

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PLANEJAMENTO URBANO E
REGIONAL (PROPUR)**

Paulo Lima Loge

**DELIMITAÇÃO ESPACIAL DE UMA TRAMA VERDE-AZUL EM AMBIENTE
URBANO**

Porto Alegre 2024

Paulo Lima Loge

Delimitação espacial de uma Trama Verde-Azul em ambiente urbano

Esta tese foi apresentada e submetida ao processo de avaliação pela Banca Examinadora, como requisito para a obtenção do título de Doutor, no Programa de Pós-graduação em Planejamento Urbano e Regional da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (PROPUR/UFRGS), na linha de pesquisa *Sistemas Urbanos e Ambientais (SIS)*.

Banca Examinadora

Prof. Dr. André Luiz Lopes da Silveira

Orientador

Prof. Dr^a Luciana Inês Gomes Miron

Presidente da banca e

Examinadora Interna do Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional (PROPUR/UFRGS)

Prof. Dr. Sergio Luiz Valente Tomasini

Examinador Externo do Departamento de Horticultura e Silvicultura da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Prof. Dr. Adriano Luís Heck Simon

Examinador Externo do Laboratório de Estudos Aplicados em Geografia Física da Universidade Federal de Pelotas - LEAGEF/UFPEL

Porto Alegre 2024

CIP - Catalogação na Publicação

Lima Loge, Paulo
Delimitação espacial de uma Trama Verde-Azul em
ambiente urbano / Paulo Lima Loge. -- 2024.
253 f.
Orientador: André Luiz Lopes da Silveira.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio
Grande do Sul, Faculdade de Arquitetura, Programa de
Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional, Porto
Alegre, BR-RS, 2024.

1. Planejamento Urbano. 2. Biodiversidade. 3.
Corredores Ecológicos. 4. Padrão Ecológico Espacial.
5. Trama Verde-Azul. I. Luiz Lopes da Silveira, André,
orient. II. Título.

Paulo Lima Loge

Delimitação espacial de uma Trama Verde-Azul em ambiente urbano

Esta Tese foi julgada adequada para obtenção do título de Doutor e aprovada em sua forma final, pelo Orientador e pela Banca Examinadora do Curso de Pós-Graduação.

Prof. Dr. **André Luiz Lopes da Silveira**

Orientador PROPUR/UFRGS

Banca Examinadora:

Profa. Dra. Luciana Inês Gomes Miron

Prof. Dr. Sergio Luiz Valente Tomasini

Prof. Dr. Adriano Luís Heck Simon

Agradecimentos

Ingressei na escola primária com oito anos de idade, um ano atrasado, em virtude de um surto de *meningite* na década de 70 (século XX), na minha querida terra natal, o Estado de São Paulo. A mãe dizia: “não quero que meu filho tenha meningite...”. Coincidentemente, em outro momento de minha vida, uma doença afeta novamente meus estudos. Desta vez, já adulto e cursando a pós-graduação, em 2020 o mundo é pego de surpresa pelo Coronavírus (Covid). O início das aulas é afetado, assim como todas as formas de relacionamento social. A falta de contato presencial com os colegas e professores para compartilhar ideias e tirar as dúvidas foi um grande desafio no aprendizado e na utilização de novas ferramentas. Aqueles que superaram a pandemia, ao contrário das vítimas, muitas das quais entes queridos, devem considerar-se felizardas.

Quando alcanço algum resultado nas coisas que faço, costumo refletir sobre uma frase que escutei certa ocasião e que gosto muito: “nossas vitórias são coletivas e nossas derrotas também são coletivas...”. Esta colocação me faz entender que não cheguei até aqui sozinho, mas com o apoio daqueles com quem convivi. Desta forma, católico que sou, gostaria primeiramente de agradecer a Deus por me conduzir na vida e no decorrer dos estudos.

Agradeço aos meus familiares; meus filhos *Fernando Ávila Loge* e *Henrique Ávila Loge* e particularmente à minha irmã *Carla Aparecida Loge* e meu sobrinho *Felipe Benjamin Francisco* que muito e auxiliaram na realização deste trabalho. Agradeço aos meus colegas de trabalho (*Jorge Henrique Stallbaum*, *Ibrahim Eduardo Nunes Alves*, *Daniela Taglieber Sperb*, *Débora Carla Postinger*, *Francielle Kubaski*, *Elisandra Ferreira*, *Alexandre Gonçalves Escobar* e *João Antônio Pancinha*) que muito me incentivaram ao longo destes quatro anos.

Agradeço às professoras *Lívia Salomão Piccinini* (Propur - UFRGS), e *Nina Simone Vilaverde Moura* (PosGea - UFRGS), pela participação e contribuições na banca de qualificação. Agradeço aos professores *Sergio Luiz Valente Tomasini* (Faculdade de Agronomia/UFRGS) e *Adriano Luís Heck Simon* (LEAGEF/UFPEL) por aceitarem participar da banca e pelas contribuições a esta Tese. Também quero agradecer ao professor *Valério De Patta Pillar* (PPG Ecologia - UFRGS) pelo aprendizado na disciplina de estatística aplicada à Ecologia, cujas sugestões ampliaram a compreensão do tema. Quero também manifestar um agradecimento carinhoso à professora *Eliana Lima da Fonseca* (PosGea/UFRGS), que me convidou para participar de um evento na Colômbia, no qual nosso trabalho foi um dos selecionados e pela primeira vez percebi que possuía alguma qualidade como pesquisador.

Quero agradecer ao meu orientador, o professor *André Luiz Lopes da Silveira* que direcionou os rumos da minha pesquisa e um agradecimento especial à professora *Luciana Inês Gomes Miron* (Propur - UFRGS) pelo auxílio, contribuições e orientações na condução desta Tese. Finalmente, um agradecimento especial à minha esposa *Fabiane Maria de Moraes Christaldo* que esteve comigo, me acompanhou em todos os meus desafios e contribuiu com sugestões em cada etapa deste trabalho.

*“Na verdade, há veios de onde se extrai a prata, e lugar onde se refina o ouro.
 O ferro tira-se da terra, e da pedra se funde o cobre.
 Ele põe fim às trevas, e toda a extremidade ele esquadrinha, a pedra da escuridão e a da sombra da morte.
 Abre um poço de mina longe dos homens, em lugares esquecidos do pé; ficando pendentes longe dos homens,
 oscilam de um lado para outro.
 Da terra procede o pão, mas por baixo é revolvida como por fogo.
 As suas pedras são o lugar da safira, e tem pó de ouro.
 Essa vereda a ave de rapina a ignora, e não a viram os olhos da gralha.
 Nunca a pisaram filhos de animais altivos, nem o feroz leão passou por ela.
 Ele estende a sua mão contra o rochedo, e revolve os montes desde as suas raízes.
 Dos rochedos faz sair rios, e o seu olho vê tudo o que há de precioso.
 Os rios tapa, e nem uma gota sai deles, e tira à luz o que estava escondido.
 Porém onde se achará a sabedoria, e onde está o lugar da inteligência?
 O homem não conhece o seu valor, e nem ela se acha na terra dos viventes.
 O abismo diz: Não está em mim; e o mar diz: Ela não está comigo.
 Não se dará por ela ouro fino, nem se pesará prata em troca dela.
 Nem se pode comprar por ouro fino de Ofir, nem pelo precioso ônix, nem pela safira.
 Com ela não se pode comparar o ouro nem o cristal; nem se trocará por joia de ouro fino.
 Não se fará menção de coral nem de pérolas; porque o valor da sabedoria é melhor que o dos rubis.
 Não se lhe igualará o topázio da Etiópia, nem se pode avaliar por ouro puro.
 Onde, pois, vem a sabedoria, e onde está o lugar da inteligência?
 Pois está encoberta aos olhos de todo o vivente, e oculta às aves do céu.
 A perdição e a morte dizem: Ouvimos com os nossos ouvidos a sua fama.
 Deus entende o seu caminho, e ele sabe o seu lugar.
 Porque ele vê as extremidades da terra; e vê tudo o que há debaixo dos céus.
 Quando deu peso ao vento, e tomou a medida das águas;
 Quando prescreveu leis para a chuva e caminho para o relâmpago dos trovões;
 Então a viu e relatou; estabeleceu-a, e também a esquadrinhou.
 E disse ao homem: Eis que o temor do Senhor é a sabedoria, e apartar-se do mal é a inteligência”*

Jo 28: 1 - 28

*“Truly there is a mine for silver, and a place where gold is washed out.
 Iron is taken out of the earth, and stone is changed into brass by the fire.
 Man puts an end to the dark, searching out to the farthest limit the stones of the deep places of the dark.
 He makes a deep mine far away from those living in the light of day; when they go about on the earth, they have
 no knowledge of those who are under them, who are hanging far from men, twisting from side to side on a cord.
 As for the earth, bread comes out of it; but under its face, it is turned up as if by fire.
 Its stones are the place of sapphires, and it has dust of gold
 No bird has knowledge of it, and the hawk's eye has never seen it
 The great beasts have not gone over it, and the cruel lion has not taken that way.
 Man puts out his hand on the hard rock, overturning mountains by the roots.
 He makes deep ways, cut through the rock, and his eye sees everything of value.
 He keeps back the streams from flowing, and makes the secret things come out into the light.
 But where may wisdom be seen? And where is the resting-place of knowledge?
 Man has not seen the way to it, and it is not in the land of the living.
 The deep waters say, It is not in me: and the sea says, It is not with me.
 Gold may not be given for it, or a weight of silver in payment for it.
 It may not be valued with the gold of Ophir, with the onyx of great price, or the sapphire.
 Gold and glass are not equal to it in price, and it may not be exchanged for jewels of the best gold.
 There is no need to say anything about coral or crystal; and the value of wisdom is greater than that of pearls.
 The topaz of Ethiopia is not equal to it, and it may not be valued with the best gold.*

*From where then does wisdom come, and where is the resting-place of knowledge?
For it is kept secret from the eyes of all living, unseen by the birds of the air.
Destruction and Death say, We have only had word of it with our ears.
God has knowledge of the way to it, and of its resting-place;
For his eyes go to the ends of the earth, and he sees everything under heaven.
When he made a weight for the wind, measuring out the waters;
When he made a law for the rain, and a way for the thunder-flames;
Then he saw it, and put it on record; he gave it its fixed form, searching it out completely.
And he said to man, Truly the fear of the Lord is wisdom, and to keep from evil is the way to knowledge.”*

Job 28: 1 – 2

RESUMO

Os efeitos da ação antrópica sobre os ambientes naturais e o consequente aumento da emissão de gases na atmosfera, principalmente após a revolução industrial do século XIX, requer uma reflexão sobre os desafios socioeconômicos a serem enfrentados para conter a crise ambiental da atualidade. O aumento da população habitando em cidades e o consequente impacto sobre o meio ambiente exige a implementação de instrumentos de planejamento urbano que possibilitem a proteção e restauração dos habitats da fauna e flora, de forma a proporcionar os benefícios dos serviços ecossistêmicos à sociedade como um todo. A Trama Verde-Azul é um tema que surgiu em vários países e que aborda o enfoque da infraestrutura urbana integrada com a natureza num sentido e a implementação de políticas públicas voltadas à preservação da biodiversidade no outro. A partir de um estudo realizado em Porto Alegre (Rio Grande do Sul), o objetivo desta Tese é propor um método para delimitação espacial de uma Trama Verde-Azul tendo como base os gravames da legislação urbanística e ambiental municipal através das ferramentas: pesquisa bibliográfica, questionário, observação participante, análise multivariada e análise multicritério com dados coletados na literatura, nas oficinas de revisão do Plano Diretor, junto a profissionais, inventários e imagens de satélite. Os resultados mostraram que a legislação de Porto Alegre possui instrumentos que permitem implantar uma trama na cidade conectando as Unidades de Conservação através dos corredores ecológicos e que existem ambientes naturais bem preservados (principalmente do bioma Mata Atlântica). Também foi possível estabelecer um Padrão Ecológico Espacial no território da cidade através das camadas biodiversidade, fragilidade ambiental dos solos, temperatura superficial e paisagem (urbana, campestre, florestal e aquática) que indicou os espaços que podem ser complementados pelos gravames da legislação urbanística e ambiental para viabilizar uma Trama Verde-Azul ligando o extremo da zona sul ao bairro Arquipélago na zona norte através da Lomba do Pinheiro. O trabalho sugere a viabilidade do método para ser testado em outras localidades como ferramenta para o mapeamento destes corredores a fim de subsidiar a delimitação de uma Trama Verde-Azul de acordo com a realidade local.

Palavras-chave: Planejamento Urbano, Biodiversidade, Corredores Ecológicos, Padrão Ecológico Espacial, Trama Verde-Azul.

ABSTRACT

The effects of human activities on natural environments and the increase in atmospheric gas emissions, especially since the 19th century Industrial Revolution, have intensified the need to address the socioeconomic challenges posed by the current environmental crisis. The expanding urban population and its impact on natural sites necessitate the implementation of urban planning instruments aimed at protecting and restoring habitats for fauna and flora, thereby providing ecosystem services to society. The concept of Green-Blue plots has gained prominence in various countries, focusing on integrating urban infrastructure with nature and establishing public policies to preserve biodiversity. This thesis, based on a study in Porto Alegre, Rio Grande do Sul, aims to propose a method for the spatial delimitation of a Green-Blue plot, considering the city's urban planning and environmental legislation. The methodology employs bibliographic research, questionnaires, participant observation, multivariate analysis, and multi-criteria analysis. Data were collected from literature sources and consultations with professionals during the Master Plan review forum. Environmental Impact Studies and satellite images revealed that Porto Alegre's legislation contains instruments that support the creation of a network within the city, connecting Conservation Units and identifying well-preserved natural environments, particularly in the Atlantic Forest biome. The study identified a spatial ecological pattern across the city's territory, utilizing layers of biodiversity, soil environmental fragility, surface temperature, and landscape (urban, rural, forest, and aquatic). The findings highlight areas that could be enhanced by urban planning and environmental legislation to establish a Green-Blue plot linking the southernmost part of the city to the Arquipélago neighborhood in the north via Lomba do Pinheiro. This abstract proposes that the method be tested in other locations as a tool for mapping areas of these corridors and supporting the delimitation of Green-Blue plots tailored to local conditions.

Keywords: Urban planning, Biodiversity, Ecological Corridors, Spatial Ecological Pattern, Green-Blue Plot.

SUMÁRIO

RESUMO	ix
ABSTRACT	x
SUMÁRIO.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
ÍNDICE DE TABELAS	xvi
ÍNDICE DE EQUAÇÕES	xviii
ÍNDICE DE ABREVIATURAS	xix
CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO GERAL	21
1.1. Tema e delimitação do Tema	25
1.1.1. Tema	25
1.1.2. Delimitação do Tema.....	25
1.2. Problema de Pesquisa	25
1.2.1. Questão da pesquisa.....	25
1.2.2. Pressuposto	27
1.3. Objetivo Geral	27
1.4. Objetivos Específicos	28
1.5. Método da pesquisa	28
1.5.1. Área do Conhecimento	31
1.5.2. Resumo do método e estrutura do trabalho	31
1.6. Caracterização da área de Estudo	32
CAPÍTULO 2: A TRAMA VERDE-AZUL NO CONTEXTO DO PLANEJAMENTO URBANO DE PORTO ALEGRE	39
2.1. Introdução.....	39
2.2. Materiais e Métodos	40
2.2.1. <i>Pesquisa bibliográfica</i>	41
2.2.2. <i>Questionário</i>	42
2.2.3. <i>Observação Participante</i>	45
2.3. Resultados.....	47
2.4. Discussão.....	81
CAPÍTULO 3: ANÁLISE EMPÍRICA DE INTERAÇÕES ENTRE VARIÁVEIS BIÓTICAS E ABIÓTICAS EM PORTO ALEGRE (RIO GRANDE DO SUL) COMO INSTRUMENTO DE AUXÍLIO PARA DELIMITAÇÃO DE UMA TRAMA VERDE-AZUL	92

3.1.	Introdução	92
3.2.	Materiais e Métodos.....	94
3.2.1.	<i>Coleta de dados</i>	94
3.2.2.	<i>Classificação de imagens</i>	96
3.2.3.	<i>Unidades amostrais</i>	97
3.2.4.	<i>Análise de Semelhança</i>	101
3.2.5.	<i>Análise de Agrupamentos</i>	102
3.2.6.	<i>Análise de Coordenadas Principais</i>	102
3.3.	Resultados	103
3.4.	Discussão	119
CAPÍTULO 4: DELIMITAÇÃO DE UMA TRAMA VERDE-AZUL COM BASE NOS GRAVAMES DA LEGISLAÇÃO URBANÍSTICA E AMBIENTAL DE PORTO ALEGRE..		
	126
4.1.	Introdução	126
4.2.	Materiais e Métodos.....	131
4.2.1.	<i>Padrão Ecológico Espacial</i>	131
4.2.2.	<i>Análise Multicritério</i>	132
4.3.	Camadas da Análise Multicritério	135
4.3.1.	<i>Biodiversidade</i>	135
4.3.2.	<i>Fragilidade dos solos</i>	137
4.3.3.	<i>Temperatura</i>	138
4.3.4.	<i>Paisagem</i>	138
4.4.	Resultados	139
4.5.	Discussão	149
CAPÍTULO 5: RESULTADOS E DISCUSSÃO GERAIS		162
5.1.	Unidades de Conservação de Porto Alegre.....	162
5.2.	Delimitação Espacial da Trama Verde-Azul	171
CAPÍTULO 6: CONSIDERAÇÕES FINAIS		188
REFERÊNCIAS		194
Apêndice I.....		224
Apêndice II		226
Apêndice III.....		237
Apêndice IV.....		251
Apêndice V		252

Apêndice VI.....253

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Sequência metodológica.....	30
Figura 2 – Imagem de Porto Alegre a partir de imagem do satélite <i>Sentinel 2</i> de 19/01/2022.	33
Figura 3 – Morfoescultura projetada no relevo de Porto Alegre.	34
Figura 4 - Solos de Porto Alegre.	36
Figura 5- Plano Geral de Melhoramentos	38
Figura 6 – Experiências de ações para melhorar a travessia de pedestres em andamento	50
Figura 7 - Exemplo de espaços vitais da trama verde-azul: reserva de biodiversidade e tipos de corredores terrestres.....	52
Figura 8 – Núcleos primários e secundários de biodiversidade.....	52
Figura 9 - Análise de conectividade regional desenvolvida com a ferramenta de geoprocessamento Linkage Mapper para a área metropolitana de Bucareste.....	53
Figura 10 - Temas abordados na literatura Trama Verde-Azul analisada	68
Figura 11 - Metodologia adotada nos trabalhos com enfoque Verde-Azul.....	69
Figura 12 - A percepção dos entrevistados da influência dos Planos Diretores na Gestão Ambiental.	71
Figura 13 – Importância dos temas: urbanismo, corredores ecológicos, infraestrutura verde-azul, solos, tendência da urbanização, temperatura e biodiversidade para delimitação de uma Trama Verde-Azul.	73
Figura 14 - Etapas e eventos de Revisão do PDDUA nos anos de 2022 e 2023	74
Figura 15- Temas discutidos no eixo “Ambiente Natural” na revisão do PDDUA.	77
Figura 16 - Corredor Ecológico do Refúgio da Vida Silvestre Vida Silvestre São Pedro	84
Figura 17 – Áreas estruturadoras da Estratégia Ambiental do PDDUA.....	88
Figura 18 - Localização da Unidades Amostrais.	99
Figura 19 – Classificação da paisagem.	104
Figura 20 – Imagens dos satélites <i>Sentinel</i> e <i>landsat</i>	106
Figura 21 - Estratos da paisagem por Unidade Amostral com raio de 5,77 Km.	107
Figura 22 - Classificação das Áreas de Preservação Permanente.....	109
Figura 23- Agrupamentos formado. Dendograma.	113
Figura 24- Mapa de Dispersão da Análise de Coordenadas Principais.	115
Figura 25 - Ordenação das Unidades Amostrais.	117
Figura 26 - Espacialização dos quadrantes da ordenação das unidades amostrais.	118
Figura 27 - <i>Pitangus sulphuratus</i> (bem-te-vi-dourado).	122

Figura 28 – <i>Ozotoceros bezoarticus</i> (Veado-campeiro).	124
Figura 29 - Composição da Trama Verde-Azul a partir de sub tramas ecológicas específicas.....	130
Figura 30 – Índice de Shannon de cada unidade amostral projetada sobre os dados interpolados	141
Figura 31 – Altimetria de Porto Alegre.	142
Figura 32- Fragilidade Ambiental a partir da declividade em porcentagem.	143
Figura 33 - Temperatura de Porto Alegre (01/01/2020 a 31/08/2023)	144
Figura 34 - Mapa de Dispersão da temperatura e altimetria em Porto Alegre.	145
Figura 35 - Classificação	146
Figura 36 - Mapa interpolado das camadas Temperatura, Solos, Paisagem e Biodiversidade.....	148
Figura 37- Análise Multicritério reclassificada.	150
Figura 38-Sobreposição das APP sobre o Padrão Ecológico Espacial "muito forte".....	152
Figura 39 - Padrão Ecológico Espacial por bairros.	159
Figura 40 - Áreas de Proteção Ambiental Estaduais Banhado Grande e Delta do Jacuí.....	170
Figura 41 - Trama Verde-Azul de Porto Alegre.	175
Figura 42 – Imagem 1: vista do bairro Vila Nova, Imagens 2,3,4,5,6: vista interna na UC Morro do Osso, Imagens 7,8 e 9: confluência das avenidas Cavalhada e Eduardo Prado	176
Figura 43 - Imagens 1, 2 e 3: acesso ao Jardim Botânico, Imagens 4,5 e 6: vistas internas do Jardim Botânico, Imagem 7: Vista do Morro da Polícia, Imagens 8 e 9: Arroio Dilúvio em direção ao Morro Santana.....	177
Figura 44- Vista do Morro Santana, a partir do Jardim Botânico.....	177
Figura 45- Imagens 1 a 9: Arroio Feijó na divisa entre os municípios de Porto Alegre (RS) e Alvorada (RS).....	178
Figura 46 – Imagens 1, 2, 3 e 5: Ilha da Pintada, Imagem 4: vista do bairro Anchieta, Imagem 6: Vista da APA Delta do Jacuí.	179
Figura 47 - Imagem do Delta do rio Jacuí.	179
Figura 48 - Trama Verde-Azul de Porto Alegre.	181

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Etapas de desenvolvimento da Design Science Research.	30
Tabela 2 – Estrutura do método de pesquisa.	32
Tabela 3 – Resumo do método do Capítulo 2	47
Tabela 4 - Síntese do recorte amostral da literatura analisada	55
Tabela 5- Conceitos construídos a partir das palavras-chave.....	62
Tabela 6 - Escala de respostas referentes a contribuição dos Planos Diretores na Gestão Ambiental.....	70
Tabela 7 – Contribuição de temas na estruturação de uma Trama Verde-Azul.....	72
Tabela 8 - Principais tópicos abordados na Revisão do Plano Diretor.....	78
Tabela 9 - Síntese dos principais temas abordados na: Pesquisa Bibliográfica, Questionário e Observação Participante.....	79
Tabela 10 - Identificação e comprimento de onda central das bandas do sentinel-2.	96
Tabela 11 - Unidades Amostras	98
Tabela 12 - Coordenadas UTM das unidades amostras	100
Tabela 13 – Resumo do método do Capítulo 3	103
Tabela 14 - Índice kappa.	105
Tabela 15 – Matriz de dados.....	110
Tabela 16 - Matriz de semelhança. Feito pelo autor no programa Past.....	111
Tabela 17 - Semelhança mais próxima entre variáveis.	112
Tabela 18 – Grupos de variáveis da Análise de Agrupamento.....	114
Tabela 19 – Pontuação das variáveis.....	114
Tabela 20 - Pontuação das unidades amostras	116
Tabela 21 - Horizontes do Solo (EMBRAPA SOLOS, 2013).	127
Tabela 22 - Atribuição de importância para a análise multicritério	134
Tabela 23 – Padrão Ecológico Espacial	135
Tabela 24 – Unidades Amostras.....	137
Tabela 25 - Fragilidade dos solos	137
Tabela 26 - Resumo do método do Capítulo 4	139
Tabela 27 - Abundância de espécies.	140
Tabela 28 - Resultados ponderados na comparação entre pares	147
Tabela 29 - Matriz de Decisão processada na plataforma Calculadora de Prioridade AHP ..	147

Tabela 30 – Porcentagem da sobreposição do Padrão Ecológico Espacial” sobre a paisagem.	158
Tabela 31- Sobreposição da APAN e Unidades de Conservação de Porto Alegre sobre os espaços de maior interesse ecológico.....	172
Tabela 32 - Resultados das Etapas da pesquisa.....	183

ÍNDICE DE EQUAÇÕES

Equação 1 – Distância de Corda.....	101
Equação 2 – Matriz de comparações multicritério	133
Equação 3 - Índice de Consistência.....	134
Equação 4 - Normalização de pixels.	135
Equação 5 - Ponderação das camadas	135
Equação 6 - Índice de Diversidade de Shannon	136

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

AHP – Analytic Hierarchy Process

APA - Área de Proteção Ambiental

APABG - Área de Proteção Ambiental Banhado Grande

APAN – Área de Proteção do Ambiente Natural

APAEDJ - Área de Proteção Ambiental Estadual Delta do Jacuí

APP – Área de Proteção Ambiental

CNUMAD - Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento

COMAM – Conselho Municipal do Meio Ambiente

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

CONSUN - Conselho Universitário de Universidade Federal do Rio Grande do Sul

EIA – Estudo de Impacto Ambiental

ET – Eixo temático de discussão do Plano Diretor de Porto Alegre

GT – Grupo de Trabalho de discussão do Plano Diretor de Porto Alegre

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IPTU – Imposto Predial e Territorial Urbano

ODS - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

ONG – Organização não-governamental

ONU – Organização das Nações Unidas

PDDUA - Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental

PEDJ - Parque Estadual Delta do Jacuí

PLAC - Plano de Ação Climática do município de Porto Alegre

PNMO - Parque Natural Morro do Osso

PUC RS – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza

TVA – Trama Verde Azul

UC – Unidade de Conservação

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

RIMA – Relatório de Impacto Ambienta

CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO GERAL

Um fato significativo na história da humanidade e dos seres vivos no nosso Planeta ocorre no *holoceno*, quando o ser humano consegue domesticar algumas espécies de plantas e animais, abandona o modo de vida nômade e passa a compreender o ambiente de forma prolongada e sentimental. Neste momento a espécie humana passa a instituir territórios e se relacionar através da cultura e sujeitando a natureza às leis a ela impostas (SANTOS, 2002, p. 157).

A domesticação levou à sedentarização do ser humano e marca o início da emissão de gases na atmosfera de forma desequilibrada. A humanidade começou a exercer pressão sobre o meio ambiente há mais de 10 mil anos e para descrever a época de consumo excessivo de recursos naturais e acumulação de gases do efeito estufa sobre o clima e a biodiversidade foi criado o termo *antropoceno* (ISSBERNER e LÉNA, 2018). Através da cultura, a humanidade estabelece ambientes artificiais nos quais, a partir do olhar humano, a paisagem é acima de tudo composição onde as pessoas procuram harmonizar no espaço as suas necessidades psicológicas (TUAN, 1998, p. 22). Somente a certa distância da estrutura da paisagem é possível discernir o meio ambiente como um todo e observar que a harmonia da vida cotidiana não está tão ligada como se pretende, havendo descontinuidades, isolamento e indiferença em muitos aspectos no relacionamento da espécie humana com o ambiente natural (TUAN, 1998, p. 22).

Nesse sentido, as sociedades humanas podem ser consideradas fenômenos espaciais que se movimentam na busca de recursos materiais e constituem sistemas de trocas e comunicação. Esta característica biológica de ocupação e transformação do espaço promove a transferência de recursos em nível local que refletem no nível global através das vias de circulação, sendo que os edifícios não são apenas objetos físicos que expressam valores estéticos e culturais, mas sobretudo são elementos que provocam transformações do espaço cujo significado está relacionado a um grupo de pessoas (HILLIER e HANSON, 1989, p. 1-26-45).

A humanidade enfrenta seu maior desafio do ponto de vista ecológico decorrente da crise ambiental que tem acarretado alterações na temperatura do Planeta causando o desequilíbrio dos ecossistemas no ambiente natural¹ e consequências imprevisíveis à humanidade como um todo (FONSECA e PRADO, 2008). Por crise ambiental se compreende a utilização sem limites dos recursos naturais, a destruição de habitats, a extinção de espécies de plantas ou animais, a poluição descontrolada, as catástrofes ambientais, o aquecimento global, entre outras atividades

¹ Entende-se por ambiente natural os espaços que conservam, em sua fisionomia, as características bióticas e abióticas, com pouco ou nenhum indício da ação antrópica.

que causam impactos no meio ambiente. Considerando ainda as desigualdades socioeconômicas entre povos e nações, também é possível caracterizá-la como “crise da civilização” ou “crise socioambiental” (AVILA e LINGNAU, 2015) na qual o Brasil está inserido.

As expedições dos séculos XV e XVI conectaram áreas do planeta antes inexploradas que ocasionou grande impacto ambiental em decorrência do fluxo de plantas, animais, pessoas e doenças, acarretando o desequilíbrio em ambientes antes equilibrados do ponto de vista ecológico. Com base nesta dinâmica se entende que a conservação dos ambientes ainda preservados se torna imperativa pelo fato de que ainda há espécies de animais e vegetais desconhecidos no planeta (THIELE e MELVILLE, 2021). É estimada a existência de milhões de espécies ainda não descritas e uma crescente preocupação para descobri-las antes de se extinguirem, no qual os próprios taxonomistas são considerados por muitos como uma ameaça à preservação de espécies pois o potencial de novas descobertas pode acarretar na exploração descontrolada das mesmas (WINSTON, 1999, p. 3 e 4).

Apesar dos impactos da ação antropogênica no clima global ter se iniciado há milhares de anos, a partir da revolução industrial os novos modos de produção e de consumo agravaram o nível de emissão de gases na atmosfera. Após a segunda metade do século XX a crise ambiental surge como o principal tema no debate político internacional mobilizando governos e a sociedade como um todo. A conferência de Estocolmo, realizada em junho de 1972, foi o primeiro grande encontro mundial para tratar das questões ambientais (PASSOS, 2009). Em 1992 foi realizada a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CNUMAD), mais conhecida como Rio 92, reunindo 179 países. O evento estabeleceu as bases de promover na escala global um novo padrão de desenvolvimento, denominado “desenvolvimento sustentável” para a construção de sociedades que conciliam métodos de proteção ambiental, justiça social e eficiência econômica² BRASIL, 2023. Com base neste debate, a comunidade internacional reconheceu a necessidade de reduzir a taxa de desenvolvimento dos países mais ricos para níveis “sustentáveis”, a médio prazo, como estratégia imediata para enfrentamento da crise ambiental.

Mesmo que a comunidade científica tenha condições de indicar os caminhos para conter esta crise, a questão a ser enfrentada é sobretudo no campo político, econômico e social. O equilíbrio entre crescimento econômico e a proteção dos ambientes naturais têm se mostrado incompatível num ambiente de negócios que privilegia o lucro ilimitado no mercado livre

² Agenda 21

global. As pautas ambientais e socioeconômicas deveriam dominar as políticas públicas do novo milênio e o fortalecimento das autoridades públicas é fundamental na proposição de políticas públicas neste sentido (HOBSBAWM, 1995, p. 436).

O Brasil é um dos signatários da Eco-92³ e regulamentou o compromisso político do Acordo através do Decreto Presidencial de 03 de fevereiro de 2004 (mais de 10 anos após a Conferência) criando a Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável e da Agenda 21 Brasileira. Em 2023 foi aprovada a estrutura regimental do Ministério do meio Ambiente e Mudança do Clima⁴ que tem entre outras atribuições, coordenar e acompanhar a implementação dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030⁵. O estado do Rio Grande do Sul e o município de Porto Alegre não conseguiram avançar com o debate nos níveis regional e local, embora a cidade faça a revisão periódica do Plano Diretor (PORTO ALEGRE, 1999) em consonância com a Nova Agenda Urbana adotada na Conferência das Nações Unidas sobre Habitação e Desenvolvimento Urbano Sustentável (Habitat III) de acordo com a Instrução Normativa nº 04/2021, estando atualmente (2024) num processo de estudos e discussões sobre esta lei.

O momento atual de mudança no clima do planeta indica que as cidades devem estar preparadas para enfrentar a crise ambiental através da compatibilização dos desafios econômicos e ambientais com a adoção de mecanismos normativos e regulatórios (PÖTZ, 2012, p. 11). Esta construção normativa deve ser construída sobretudo de forma democrática com políticas públicas que apresentam suas possibilidades legais e de materialidade a serem alcançadas na busca de soluções espaciais e sociais. A substituição da matriz energética, a conservação das florestas tropicais, o respeito à cultura de povos originários, a proteção de direitos trabalhistas ou de políticas sociais constituem-se, provavelmente, no grande enfrentamento deste século que se inicia com a emancipação de economias emergentes que provocam tensões no contexto geopolítico atual.

A abordagem “Verde-Azul” é um caminho conceitual que tem sido experimentado em vários países através de projetos de infraestrutura de baixo impacto que buscam compatibilizar a dinâmica sócio espacial com o ambiente natural. Na França, a ideia da “Trama Verde-Azul” alcançou a amplitude necessária como política de Estado numa estratégia nacional para conectar áreas naturais protegidas e fragmentadas (ilhas) em redes que foram designadas como

³ Popularmente conhecida como Rio 92.

⁴ Item XIV do artigo 12º (BRASIL, 2023).

⁵ Trata-se de uma ação global para acabar com a pobreza, proteger o meio ambiente e o clima e garantir paz e de prosperidade a nível global.

reservatórios de biodiversidade para a proteção de espécies ameaçadas de extinção (CARSIGNOL, 2012).

O conceito Trama Verde-Azul foi amplamente aprofundado no Fórum *Grenelle de l'environnement* (2007), ocorrido em Paris (França) onde foram apresentadas diretrizes para proteção, conservação e restauração de corredores de biodiversidade através de estratégias baseadas nas escalas local, regional e nacional. Os trabalhos realizados naquele fórum resultaram nas Leis denominadas *Grenelle* FRANÇA, 2009 e *Compromisso com o Meio Ambiente* FRANÇA, 2010 que contemplam temas como energia, urbanismo, vegetação, água, paisagem, biodiversidade e bacias hidrográficas. Em Minas Gerais (Brasil) houve uma tentativa em 2009 de implantar uma Trama Verde-Azul nos moldes institucionais da experiência francesa através do *Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana de Belo Horizonte*, entretanto, não houve continuidade nas etapas de debate entre as instituições públicas e a sociedade organizada na formulação de uma proposta.

Inserida neste contexto global de crise ambiental, Porto Alegre possui os atributos necessários para implantação de uma Trama Verde-Azul, pelo fato da cidade possuir um patrimônio natural que contempla um mosaico de paisagens dos biomas Pampa e Mata Atlântica às margens do lago Guaíba e instituições públicas capacitadas para o gerenciamento ambiental. Como contribuição no planejamento urbano e ambiental, a partir do contexto apresentado, a expectativa desta Tese é estruturar uma metodologia que possibilite delimitar uma trama através de um padrão ecológico espacial projetado nos gravames da legislação urbanística e ambiental. O objetivo é avaliar a abrangência dos espaços protegidos e sugerir os espaços complementares que possibilitem a conexão de uma rede ecológica em Porto Alegre, Rio Grande do Sul.

1.1. Tema e delimitação do Tema

1.1.1. Tema

O tema do trabalho é a Trama Verde Azul como instrumento de apoio ao planejamento urbano e regional através da delimitação de um padrão ecológico espacial a ser aplicado na cidade de Porto Alegre (Rio Grande do Sul).

1.1.2. Delimitação do Tema

O tema foi delimitado para a elaboração de um método para mapeamento de uma Trama Verde-Azul estruturado em três etapas:

Etapa 1: Pesquisa bibliográfica, questionário aplicado a profissionais com conhecimento do tema e observação participante nas oficinas de discussão do Plano Diretor de Porto Alegre na qual serão delimitados os principais conceitos, instrumentos e percepções que devem orientar uma trama;

Etapa 2: Análise multivariada a fim de avaliar a existência de interações entre variáveis ambientais e espaciais na área de estudo;

Etapa 3: Análise multicritério para delimitação de um padrão ecológico espacial na área de estudo.

O método será testado no município de Porto Alegre (Rio Grande do Sul), sendo que a escolha da área de estudo decorre da familiaridade com a cidade e da possibilidade de coleta de dados espaciais e ecológicos em bancos de dados de instituições públicas.

Para futuras pesquisas a partir do tema, é feita a sugestão para ampliação e aperfeiçoamento dos conceitos e ferramentas adotadas neste trabalho para adaptação e aplicação em outras localidades, de acordo com a realidade local.

1.2. Problema de Pesquisa

1.2.1. Questão da pesquisa

Apesar de não haver consenso de que a conectividade paisagística seja fundamental para a sobrevivência de todas as espécies (AHERN, 2004), o dinamismo da urbanização tende a

substituir as espécies nativas pelas exóticas em decorrência da fragmentação dos territórios naturais que dificulta a conectividade ecológica (VIMAL, MATHEVET e THOMPSON, 2012). O confinamento de populações em espaços muito reduzidos provoca a endogamia e torna os ambientes mais agressivos devido a: predação, doenças, falta de comida e a baixa capacidade de adaptação climática, colocando várias espécies em risco de extinção. O isolamento de um habitat diminui a possibilidade das espécies ali presentes colonizar outros espaços, de forma que a movimentação da fauna e da flora é necessária para a dinâmica natural de preservação de suas populações (BENNETT, 2003).

O interesse pelos corredores ecológicos tem sido destacado no atual momento de mudança na temperatura do planeta porque esta irá causar alterações nas condições bioclimáticas e forçar muitas espécies a migrar para manter condições favoráveis ao seu ciclo de vida. Assim, o papel dos corredores tornou-se um tema de muito interesse de investigação e debate científico muito ativo nas últimas décadas (BENNETT, 2003), na qual a projeção no espaço de possíveis interações ecológicas possibilita obter informações sobre a qualidade de um ambiente e sugerir possíveis interferências no equilíbrio destes habitats (LEGENDRE e LEGENDRE, 2012, p. 279).

Para compensar os efeitos negativos da fragmentação natural do habitat, os biólogos conservacionistas aconselharam aumentar a conectividade entre os habitats a fim de manter e melhorar a viabilidade populacional das espécies (BERGÈS, ROCHE e AVON, 2010). Quando é inviável a continuidade espacial dos corredores, a estratégia de proteção através de ilhas deve estar integrada numa visão global de uma “rede ecológica”, em que estas ilhas são consideradas “reservatórios de biodiversidade” que devem buscar meios de serem conectadas por corredores em espaços de transição (AMSALLEM, DESHAYES e BONNEVIALLE, 2010).

O aumento da urbanização provoca a pressão sobre as áreas verdes urbanas e representa um risco para a qualidade de vida nas cidades (PÖTZ, 2012, p. 11-12); neste sentido, a Trama Verde-Azul se apresenta como uma ferramenta de planejamento para proteção e restauração de ambientes naturais cujo objetivo é possibilitar o fluxo gênico entre as espécies. Um dos enfoques do tema aborda os ganhos ambientais da implantação de infraestrutura resiliente mais integrada com a natureza (áreas verdes, fontes renováveis de energia, agricultura urbana, mobilidade ativa, entre outros) buscando articular a proteção ambiental com a oportunidade de múltiplos usos e funções como lazer e esportes (MARTINS, 2015).

Outro enfoque da trama é baseado no estudo de políticas públicas voltadas à proteção e recuperação da biodiversidade em áreas urbanas e rurais mais alinhada com a experiência francesa da Lei Grenelle de estruturação de redes ecológica para conectar espaços naturais

existentes no ambiente urbano, periurbano e áreas rurais (VERTE ET BLEUE, 2024, p. 5-7). A definição desta rede ecológica demanda articulação integrada entre o planejamento urbano e o meio ambiente de forma transversal e torna-se complexa na medida em que aumentam as variáveis e atores envolvidos (VERTE ET BLEUE, 2024, p. 5-7).

A partir da instituição da Política Nacional de Meio Ambiente em 1981 passam a serem criadas leis nos níveis federal, estadual e municipal no Brasil com o objetivo de controlar os efeitos das atividades humanas sobre o meio ambiente. O Plano Diretor de Porto Alegre incluiu em 1999 instrumentos de proteção dos corredores ecológicos e dos ambientes naturais, entretanto, ainda existem desafios para implementação destes instrumentos. Na busca de maior compreensão metodológica para a delimitação de uma Trama Verde-Azul constata-se a maior produção voltada para a conceituação teórica. Na busca de indagações complementares de como estruturar uma TVA incorporando dados ecológicos e espaciais, se questiona:

Como delimitar uma Trama Verde-Azul no espaço a partir de variáveis físicas e ambientais?

1.2.2. Pressuposto

Estudos urbanos com abordagem ecológica somente em bases teóricas ou geoprocessamento podem ter limitações no alcance de resultados ou até induzir a interpretações equivocadas. A título de ilustração; as grandes propriedades dedicadas a silvicultura, ainda que tenham significância espacial como áreas verdes, possuem baixa riqueza de espécies (fauna e flora) que podem não refletir a biodiversidade existente nestes espaços. Desta forma, este trabalho parte do pressuposto de que através da identificação de conceitos, percepções, instrumentos urbanísticos e análise das interações ambientais e espaciais com a respectiva projeção sobre a paisagem da área de estudo possibilitam delimitar uma Trama Verde-Azul, em sintonia com uma abordagem interdisciplinar do tema.

1.3. Objetivo Geral

A partir de um estudo empírico, o objetivo geral deste trabalho é propor um método para delimitação de uma Trama Verde-Azul em ambiente urbano, tendo como base os gravames da legislação urbanística e ambiental da cidade de Porto Alegre (Rio Grande do Sul).

1.4. Objetivos Específicos

Objetivo 1: Identificar conceitos, percepções e instrumentos que podem contribuir na estruturação de uma Trama Verde-Azul com base na legislação urbanística e ambiental de Porto Alegre;

Objetivo 2: Realizar uma análise empírica sobre as possíveis interações ecológicas que ocorrem nos ambientes característicos das unidades amostrais adotadas neste estudo e avaliar a existência de um padrão de conservação para subsidiar a delimitação de uma Trama Verde-Azul em Porto Alegre;

Objetivo 3: Classificar através de um padrão ecológico espacial, os espaços mais favoráveis para a Trama Verde-Azul na área de estudo, tendo por base as camadas biodiversidade (riqueza de espécies), fragilidade ambiental (solos), mobilidade de espécies (temperatura superficial) e paisagem (urbana, campestre, florestal e aquática).

1.5. Método da pesquisa

O método quantitativo busca ser conclusivo (sua principal característica) na tentativa de quantificar um problema, entender sua dimensão e fornecer informações numéricas sobre o comportamento do objeto do estudo. Neste sentido, a principal ferramenta utilizada nas pesquisas quantitativas é a estatística por possibilitar obter representações simples de conjuntos complexos e analisar as relações entre si. Assim, o método estatístico é uma manipulação que permite comprovar as relações dos fenômenos entre si e obter generalizações sobre sua natureza, ocorrência ou significado (MARCONI e LAKATOS, 2017, p. 116). O método qualitativo, no outro sentido, é utilizado em estudos que trabalham com dados não numéricos e se utilizam de uma construção interativa através da observação, reflexão e interpretação na busca da explicação de fenômenos (GIL, 2002, p. 116). Os estudos exploratório-descritivos buscam descrever fenômenos utilizando análises empíricas e teóricas a partir de dados quantitativos ou qualitativos que podem ser complementados com informações obtidas através da observação participante (MARCONI e LAKATOS, 2017, p. 205).

A estratégia da pesquisa construtiva se mostra adequada no presente trabalho por possibilitar a busca de entendimento, baseado nos gravames da legislação urbanística e ambiental de Porto Alegre, da abrangência espacial de uma Trama Verde-Azul construída

através da aproximação do conhecimento prático do ambiente teórico. Dresch et al. (2020) mostram a importância da abdução associados a outros métodos científicos na tentativa de explicação de fenômenos, propor teorias ou criar hipóteses para explicá-los (DRESH, LACERDA e JUNIOR, 2020).

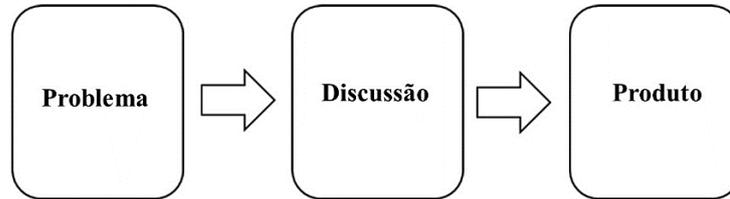
Por se constituir num processo criativo, a pesquisa construtiva favorece a compreensão de um fenômeno em que os resultados alcançados podem ser utilizados na solução de problemas cotidianos, bem como no desenvolvimento de instrumentos inovadores, conforme requisitos gerais de objetividade, criticidade, autonomia e progressividade. Kasanen, et al. (1993) sustentam que o pragmatismo e a generalização da pesquisa construtiva mostram-se, via de regra, mais vantajosos do que estudos que utilizam a inferência estatística com pequenas amostras, devido aos resultados práticos obtidos, fundamentais no campo gerencial (KASANEN, LUKKA e SIITONEN, 1993).

Pesquisas acadêmicas em áreas como a medicina ou as engenharias possibilitam a aplicação do conhecimento na construção de objetos utilizados em problemas práticos como os novos medicamentos ou as inovações tecnológicas. Isso mostra que a investigação orientada pela prescrição, testada e fundamentada, pode reivindicar respeitabilidade e responder a questionamentos complementando as pesquisas desenvolvidas pelos métodos explicativos. Simon (1996) aponta que as pesquisas ambientais procuram explicar fenômenos, o comportamento e a natureza dos seres e objetos; entretanto, também mostra a viabilidade de estudos serem realizados em ambientes artificiais com objetivos específicos no contexto da pesquisa (SIMON, 1996).

Em sintonia com este pensamento, as pesquisas do ambiente artificial podem ser caracterizadas como a “Ciência do projeto” ou “*Design Science Research*”, cujo método busca aproximar o conhecimento científico para a produção de ferramentas que serão utilizadas para solucionar problemas práticos, sobretudo novas tecnologias e novos artefatos, como a Trama Verde-Azul, para solucionar problemas do mundo real (SIMON, 1996). Burgess et al. (2006) demonstraram num estudo de caso sobre lideranças e boas práticas organizacionais que as experiências conduzidas por acadêmicos e profissionais numa plataforma individual e coletiva apresentou melhores resultados e possibilidades do que as pesquisas explicativas tradicionais (BURGESS e SHALLICE, 1996).

A principal característica do *Design Science Research*, portanto, é a possibilidade de produção de conhecimento prescritivo (ao invés de descritivo-explicativo) gerado através de uma plataforma multidisciplinar orientada de acordo com o contexto em que serão testados (Figura 1).

Figura 1 - Sequência metodológica



Fonte: Feito pelo autor.

Fundamental para que uma pesquisa seja considerada sólida e relevante, esta deve possibilitar o debate e a reprodução em laboratório. Desta forma, a *Design Science Research* mostra-se adequada para a construção de uma ferramenta metodológica para delimitação dos espaços adequados para a biodiversidade pelo fato de ser construída a partir do conhecimento prático, pressupor a integração com outras disciplinas para a validação, possibilitar a discussão sobre os resultados alcançados e contribuir no avanço do método para conhecimento do tema em questão.

No contexto da Trama Verde-Azul, busca-se identificar os desafios ambientais e possibilidades gerenciais através da pesquisa bibliográfica, do questionário e da observação participante numa primeira etapa; posteriormente deve buscar o conhecimento aprofundado e a colaboração de outras ferramentas como a análise multivariada e a análise multicritério. Finalmente, propor um método de delimitação espacial da trama e testar sua aplicabilidade na área de estudo (Porto Alegre) a fim de analisar a viabilidade de reprodução e contribuição teórica (Tabela 1).

Tabela 1 – Etapas de desenvolvimento da *Design Science Research*.

<p>Etapa 1 Identificação do problema</p>	<p>I. Diagnosticar o problema de natureza prática e estabelecer as contribuições teóricas que possam ser feitas para a compreensão total do objeto de pesquisa.</p>
<p>Etapa 2 Compreensão do tema</p>	<p>II. Examinar a possibilidade de colaboração para a construção de uma ferramenta metodológica. III. Conhecimento aprofundado da etapa da pesquisa. IV. Propor uma ferramenta inovadora para solução do problema da pesquisa. V. Desenvolver a ferramenta e testar sua aplicabilidade.</p>
<p>Etapa 3 Análise dos resultados</p>	<p>VI. Analisar a viabilidade de reprodução e adaptação de acordo com a realidade de cada localidade onde será utilizado. VII. Analisar a contribuição teórica.</p>

A relevância de uma pesquisa científica pressupõe a possibilidade de discussão acadêmica e de validação pelo rigor científico a fim de que a Trama Verde-Azul tenha a validade como ferramenta gerencial que deve possibilitar: ser analisada, testada, aprimorada e adaptada de acordo com as características sócio culturais e ambientais de cada localidade.

1.5.1. Área do Conhecimento

O urbanismo⁶ é uma área das Ciências Sociais Aplicadas caracterizada pelo estudo das relações entre a sociedade e o espaço. O planejamento urbano e regional é o campo de estudo do espaço que depende de uma soma de saberes e métodos, aportados por profissionais de diferentes disciplinas ou práticas (LACERDA, 2013).

No decorrer do século XX, através das Ciências da Natureza, é introduzida a abordagem ambiental nos estudos urbanos pela necessidade de solucionar conflitos ocasionados pela dinâmica socioeconômica e a preservação do patrimônio natural. Aproximando a prática urbana do tema ambiental, o Estatuto das Cidades⁷ prevê que a política urbana tem como diretriz o planejamento urbano através da distribuição espacial da população e da atividade econômica de modo a corrigir as distorções do crescimento urbano e seus efeitos sobre o meio ambiente.

1.5.2. Resumo do método e estrutura do trabalho

Tendo em vista que o tema Trama Verde-Azul pressupõe o enfoque multidisciplinar, este estudo utiliza ferramentas quantitativas e qualitativas na construção metodológica dividindo a pesquisa em três partes (Tabela 2):

⁶ Surgido após a Revolução Industrial em decorrência da necessidade de solucionar problemas urbanos devido ao aumento populacional

⁷ Item IV do Artigo 2º da Lei nº 10.257/2001.

Tabela 2 – Estrutura do método de pesquisa.

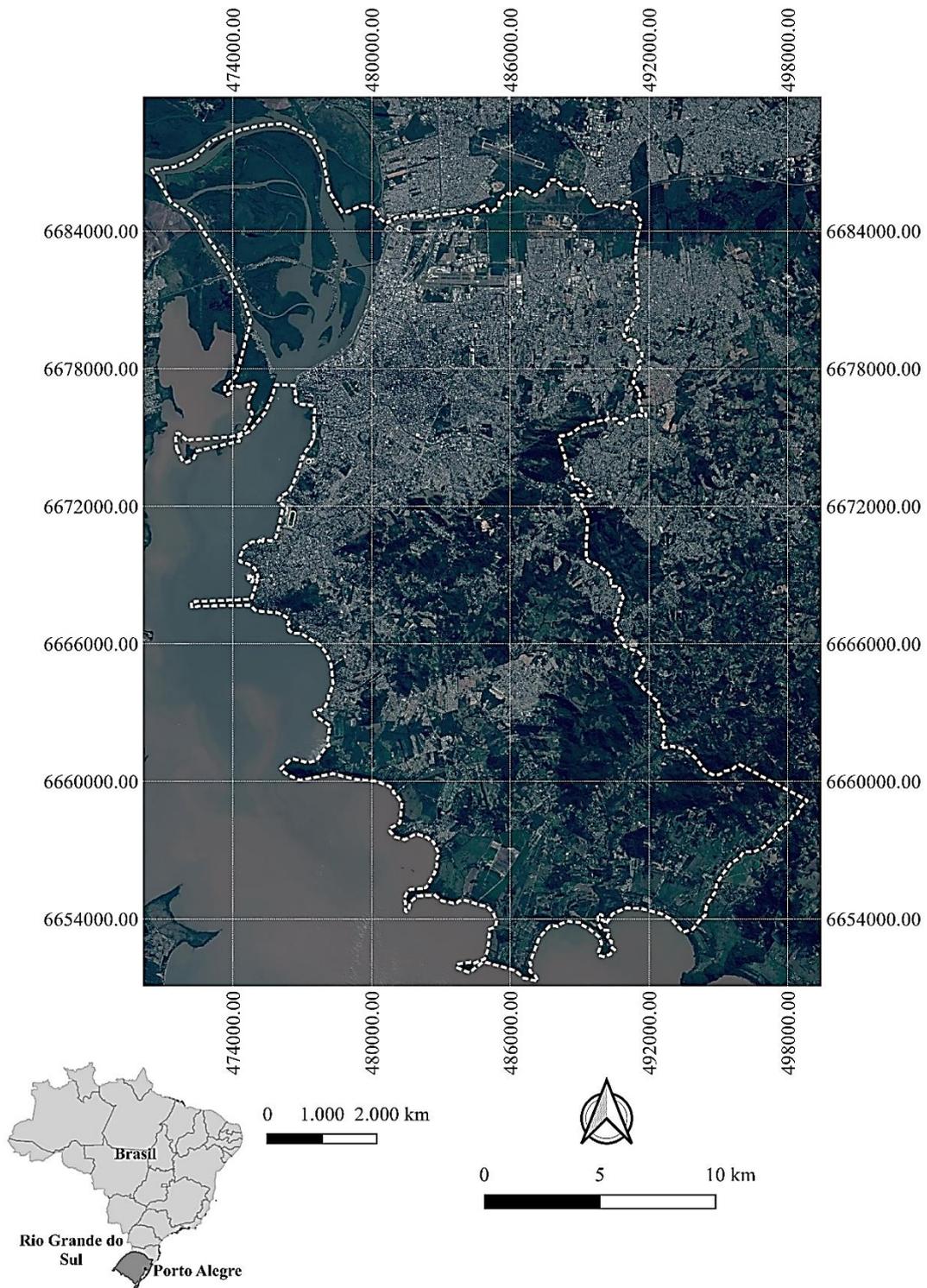
<i>Design Science Research</i>			
	1ª Etapa	2ª Etapa	3ª Etapa
Objetivo	Identificação de Conceitos e instrumentos	Identificação de coerência ecológica entre variáveis ambientais	Identificar os espaços que devem conter a Trama Verde-Azul
Técnica de coleta de dados	- Pesquisa bibliográfica - Questionário - Observação participante	- Estudos de Impacto Ambiental - Plano de Manejo das Unidades de Conservação	- Estudos de Impacto Ambiental - Plano de Manejo das Unidades de Conservação - Imagens de satélite
Técnica de análise de dados	Análise da literatura Análise de conteúdo	Estatística multivariada	Estatística espacial
Tipo de Análise	Qualitativa	Quantitativa	Quantitativa
Resultados por etapa	Identificação de conceitos, percepções e instrumentos urbanísticos que podem integrar a TVA.	Identificação de possíveis interações entre as variáveis ambientais.	Identificação de um Padrão Ecológico espacial para
Resultado geral	Delimitar espacialmente a Trama Verde-Azul a partir dos gravames do Plano Diretor de Porto Alegre.		

1.6. Caracterização da área de Estudo

A área deste estudo é o município de Porto Alegre (Figura 2) que possui uma superfície de 496,682 Km² IBGE, 2021 localizado entre as coordenadas geográficas 30°1'40'' de latitude Sul e 51°13'43'' de longitude Oeste (BRASIL, 2022). De acordo com o Censo do IBGE de 2022, o município possui 1.332.845 habitantes, a densidade demográfica é de 2.690,5 habitantes/km² e possui noventa e quatro bairros oficiais⁸. O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) é de 0,805 e taxa de desemprego de 7,33%.

⁸ Lei nº 12.112/2016

Figura 2 – Imagem de Porto Alegre a partir de imagem do satélite *Sentinel 2* de 19/01/2022.

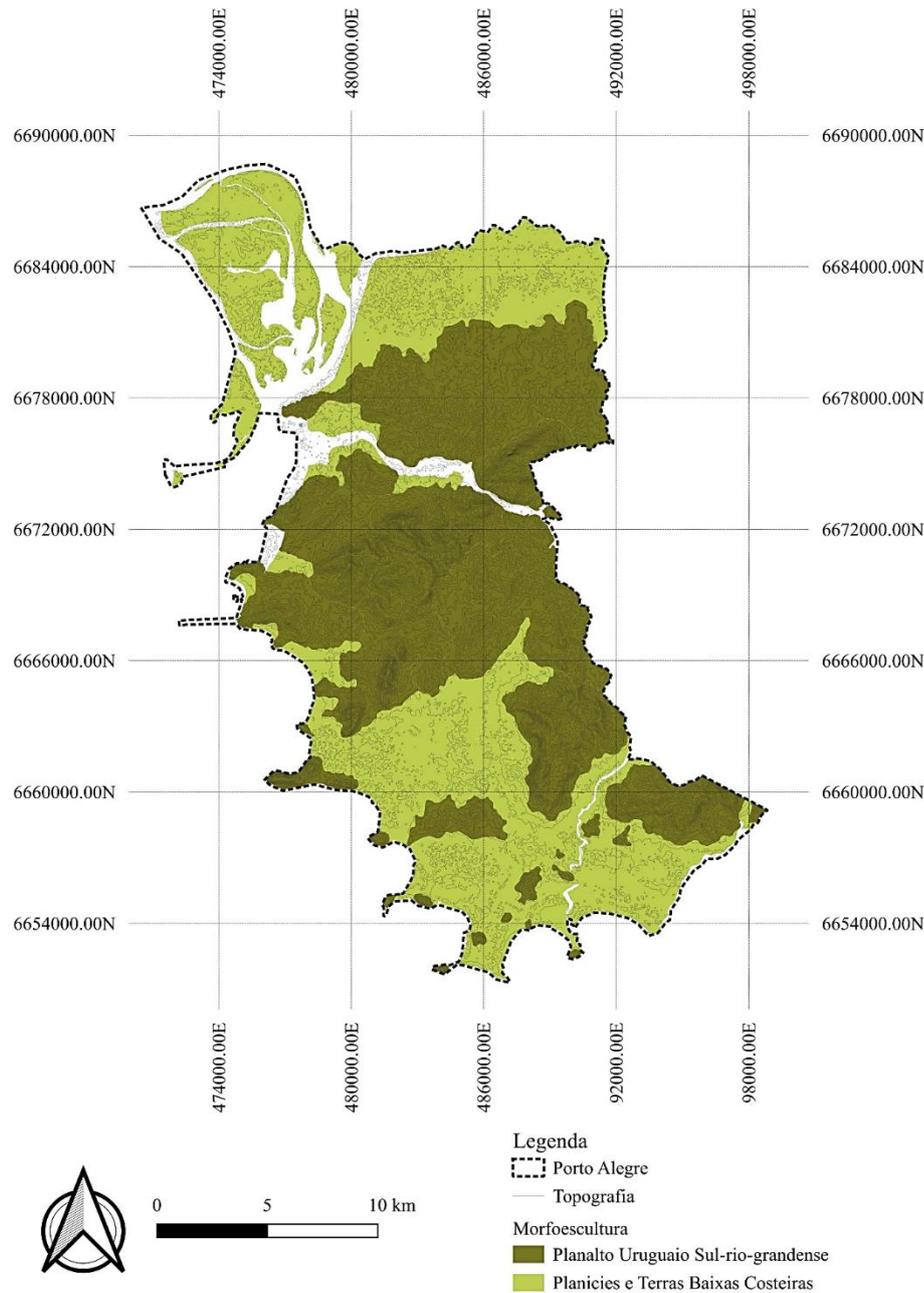


Fonte: processada no *Qgis* pelo autor.

A cidade situa-se geomorfologicamente no Escudo Sul-rio-grandense que é uma formação geológica constituída por rochas ígneas e metamórficas de idade Pré-Cambriana com

idades acima de 570 milhões de ano. As rochas que compõe o substrato do município fazem parte do denominado Batólito Pelotas que é um cinturão de rochas antigas conhecido como Dom Feliciano. Este substrato é integrante das unidades morfoesculturais do *Planalto Uruguaio Sul-rio-grandense* e de *Planícies e Terras Baixas Costeiras* (MOURA e DIAS, 2012) (Figura 3).

Figura 3 – Morfoescultura projetada no relevo de Porto Alegre.

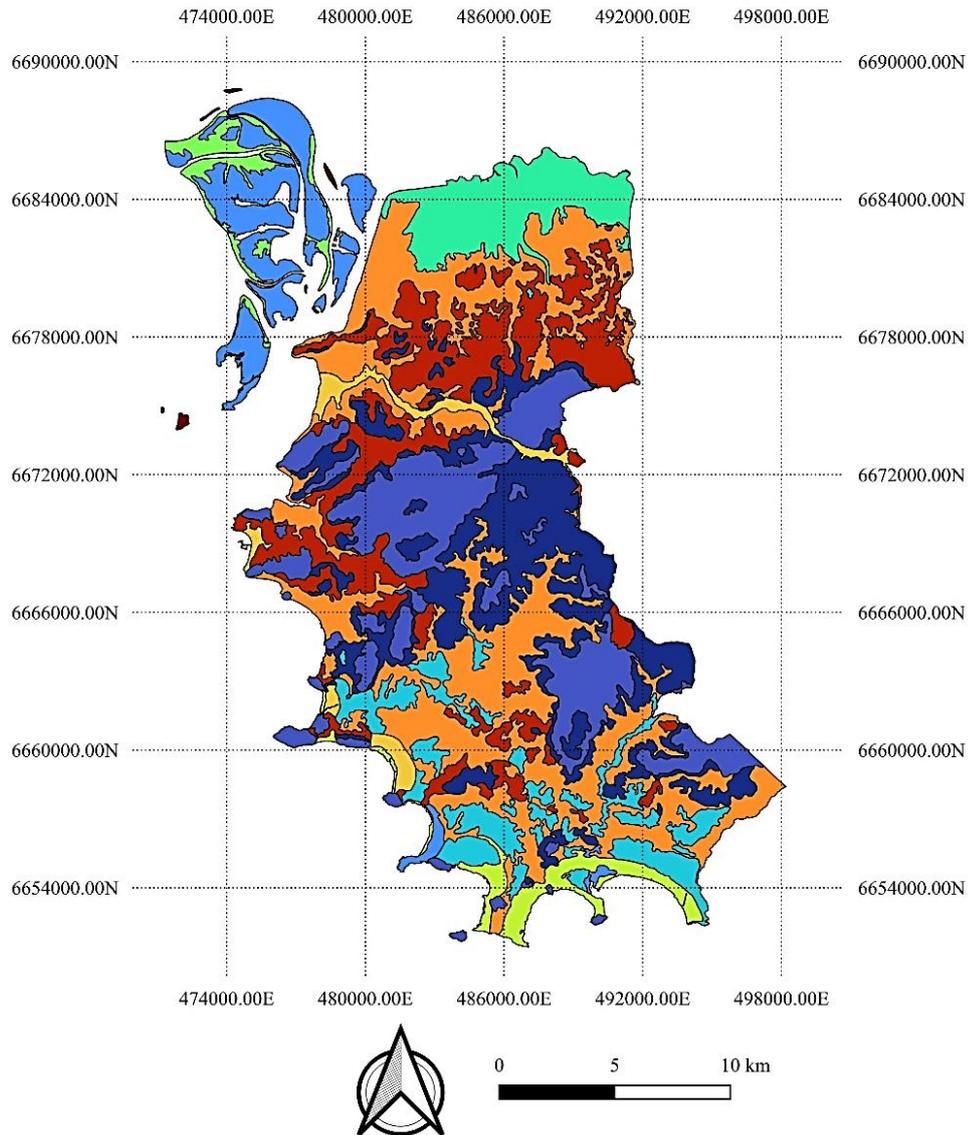


Fonte: Feito pelo autor no *Qgis* a partir de (MOURA e DIAS, 2012).

A geomorfologia natural de Porto Alegre é orientada pelas encostas íngremes dos morros graníticos e as áreas úmidas do delta do rio Jacuí (MENEGAT *et al.*, 1998). Os campos

nativos da região metropolitana são encontrados tanto em áreas de banhado como em locais bem drenados; nas áreas alagadiças predominam as formações gramíneas geralmente utilizadas para o pastoreio, produção de hortaliças ou plantação de arroz, sendo os campos rupestres mais elevados e secos os que apresentam maior diversidade de espécies (HASENACK e al, 2008, p. 64). A composição geológica é classificada, conforme Figura 4.

Figura 4 - Solos de Porto Alegre.

**Descrição dos Solos**

- Associação de ARGISSOLOS VERMELHOS ou ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS com CAMBISSOLOS HAPLICO
- Associação de CAMBISSOLOS HAPLICOS com NEOSSOLOS LITOLICOS ou NEOSSOLOS REGOLITICOS
- Associação de GLEISSOLOS e NEOSSOLOS FLUVICOS
- Associação de GLEISSOLOS HAPLICOS e PLANOSSOLOS HIDROMORFICOS
- Associação de GLEISSOLOS, PLANOSSOLOS e Tipos de Terreno
- Associação de NEOSSOLOS FLUVICOS e Tipos de Terreno
- Associação de NEOSSOLOS QUARTZARENICOS e GLEISSOLOS
- Associação de PLANOSSOLOS HIDROMORFICO, GLEISSOLOS HAPLICOS e NEOSSOLOS FLUVICOS
- Associação de PLANOSSOLOS HIDROMORFICO, GLEISSOLOS HAPLICOS e PLINTOSSOLOS ARGILUVICOS
- Corpos d'agua
- Grupo indiferenciado de ARGISSOLOS VERMELHOS e ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS
- NEOSSOLOS FLUVICOS

Fonte: (MOURA e DIAS, 2012),

O município encontra-se ecologicamente na transição entre os biomas Pampa e Mata Atlântica e da cobertura vegetal original, somente os campos e florestas nos relevos de maior

altitude ainda mantém características da vegetação original, principalmente nos morros da zona sul e no delta do rio Jacuí (MENEGAT *et al.*, 1998).

O local onde se situa Porto Alegre foi concedido em 1736 como sesmaria⁹ a *Inácio Francisco* que foi um explorador das terras do Rio Grande do Sul em 1726. Em 1752 chega ao então “porto de Viamão” um grupo de sessenta paulistas com a missão de marcar os limites do *Tratado de Madri (1750)*, ocasião em que teria se iniciado o primeiro núcleo urbano de Porto Alegre (SINGER, 1977, p. 147). Oficialmente, entretanto, Porto Alegre foi fundada em 26 de março de 1772 com objetivos militares, desenvolvendo-se a partir da atual Praça da Matriz em direção ao espigão das atuais Avenidas Duque de Caxias e Independência no caminho de Viamão (CABRAL, 2016, p. 47-54).

A fundação de Porto Alegre ocorreu com a criação da Freguesia de São Francisco do Porto dos Casais, um ano depois alterada para Nossa Senhora da Madre de Deus de Porto Alegre. O povoamento se iniciou com a chegada de 60 (sessenta) casais açorianos, que se instalaram junto à margem do lago Guaíba, no então chamado Porto de Viamão, primeira denominação de Porto Alegre (CABRAL, 2016, p. 50).

O uso do lago Guaíba como via de transporte remonta às origens da cidade, tendo o chamado *Porto dos Casais* como o principal acesso a Porto Alegre. Inicialmente, foram construídos trapiches, rampas de acesso e pequenas docas de desembarque na região do centro. As intenções para construção de um cais estruturado datam de 1833, quando a Câmara Municipal aprovou um projeto de alinhamento partindo da Ponta do Arsenal (atual Usina do Gasômetro) até o Caminho Novo (atual Voluntários da Pátria), cuja a construção foi realizada por proprietários de terrenos adjacentes ao futuro cais (SINGER, 1977).

O desenvolvimento econômico da cidade nos primeiros anos foi impulsionado por produtos primários como trigo, banha, feijão, milho e gado (muas). A partir de 1811 se inicia um ciclo de grande exportação de charque¹⁰ e couro no Rio Grande do Sul, no qual se beneficiaram as cidades de Porto Alegre, Rio Grande e Pelotas. Entretanto, Porto Alegre consegue alcançar maior dinamismo econômico que as outras duas cidades concorrentes e se solidificou como o maior núcleo urbano do Rio Grande do Sul a partir dos anos seguintes (SINGER, 1977, p. 150). No final do século XIX e início do século XX inicia-se o processo de industrialização de Porto Alegre impulsionado pelo mercado interno, constituído por imigrantes

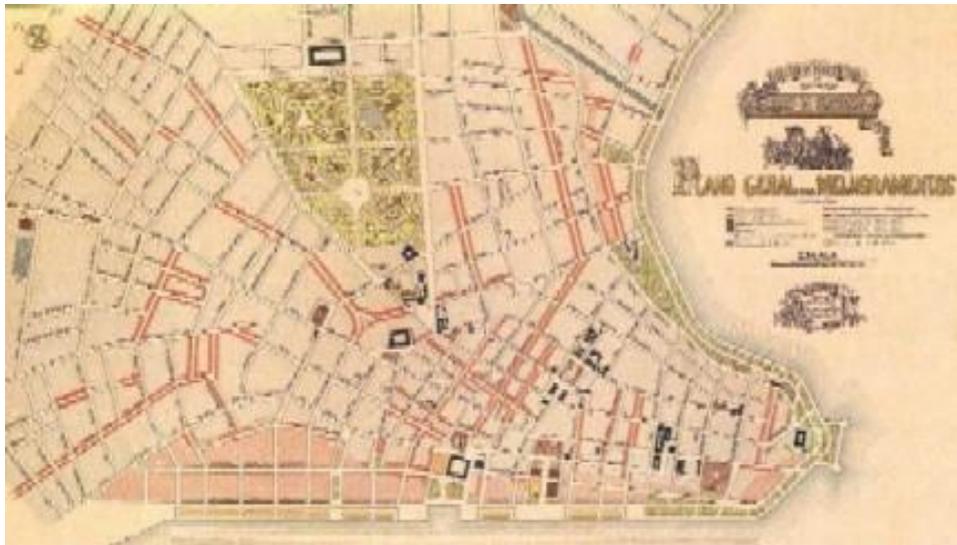
⁹ Sistema português de distribuição de terras que surgiu em 1375 para combater a crise agrícola da época (NOZOE, 2006).

¹⁰ Os altos impostos cobrados pelo império no comércio de charque e couro (em benefício dos produtos uruguaios) estão entre um dos motivos que ocasionou a *Revolução Farroupilha (1835-1845)* (GIORDANI e LEAL, 2013).

acostumados aos produtos manufaturados e nas décadas seguintes, a industrialização é mais integrada à cadeia produtiva industrial brasileira (SINGER, 1977, p. 167-181).

A primeira tentativa de organizar o crescimento de Porto Alegre aconteceu no início do século XX através do *Plano Geral de Melhoramentos* (Figura 5) do arquiteto João Moreira Maciel proposto em 26 de agosto de 1914 (PORTO ALEGRE, 2023a). Entre 1935 e 1937 foram elaborados estudos realizados por Edvaldo Pereira Paiva e Luiz Arthur Ubatuba de Farias com o objetivo de ordenar o crescimento urbano de Porto Alegre, cuja proposta influenciou no traçado das atuais Avenida Farrapos e no túnel sob a rua Conceição (FILHO, 2016, p. 121).

Figura 5- Plano Geral de Melhoramentos



Fonte: (PORTO ALEGRE, 2023a).

Em 1938, o urbanista Arnaldo Gladosch elaborou uma proposta de Plano Diretor para Porto Alegre, essencialmente viário, mas já incorporando a ideia de zoneamento; e em 1939 foi criado o Conselho do Plano Diretor que ainda hoje é atuante na estrutura de gestão urbana da cidade. Em 1959 foi aprovada a Lei nº 2046/59 elaborada por Edivaldo Pereira Paiva que apresentava propostas de estruturação do crescimento da cidade; em 21 de julho de 1979 é aprovado o primeiro Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (PDDU) de Porto Alegre atingindo toda a extensão municipal e instituindo a zona urbana e rural (PORTO ALEGRE, 2023a). No final de 1999 é aprovado o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental (PORTO ALEGRE, 1999) que incorporou a abordagem “Ambiental” (PDDUA) como um dos eixos estruturadores da lei.

CAPÍTULO 2: A TRAMA VERDE-AZUL NO CONTEXTO DO PLANEJAMENTO URBANO DE PORTO ALEGRE

2.1. Introdução

O século XX é caracterizado por grandes transformações socioeconômicas no nível global influenciado por duas grandes guerras e pela diminuição no tempo de circulação de mercadorias, pessoas e endemias que intensificou o impacto no meio ambiente e a consequente crise ambiental da atualidade. A conferência de Estocolmo promovida pela UNESCO em 1972 foi a primeira grande iniciativa da comunidade internacional para discutir e encontrar soluções para o enfrentamento deste processo. O evento proporcionou o compromisso de reconhecimento por parte dos Estados nacionais acerca da necessidade de uma declaração universal sobre a proteção do meio ambiente para orientar as políticas públicas a serem implementadas (PASSOS, 2009).

Os fatores que motivaram a realização do evento foi a crescente preocupação com o clima e as águas observada em pesquisas científicas, o aumento da divulgação de notícias sobre catástrofes ambientais, os grandes desafios socioeconômicos decorrentes do desequilíbrio de desenvolvimento entre as nações, bem como a identificação de fenômenos como as chuvas ácidas e a acumulação de metais pesados e pesticidas em peixes e aves na Europa (LE PRESTRE, 2001, p. 174-175). No evento foi promulgada a *Declaração de Estocolmo* que aponta o ser humano como agente integrante e transformador da natureza que necessita dos ambientes naturais e artificiais para o bem-estar. A Declaração coloca que a ciência e a tecnologia devem estar a serviço de atividades que respeitem os ambientes naturais, possibilitem a diminuição da distância entre países ricos e pobres e proporcionem o bem-estar à população como um todo; para alcançar estes objetivos é necessário que sejam realizados esforços de governos, empresas e da sociedade (PASSOS, 2009).

A partir dos anos 80 e 90 (século XX) se intensificam a criação de novas leis e a realização de estudos sobre o meio ambiente, sobretudo nas ciências sociais através de duas grandes linhas de pesquisa: a primeira abordando temas relacionados ao desenvolvimento sustentável, a gestão ambiental e as políticas públicas; a segunda voltada às ações do movimento ambientalista abordando as diferentes percepções do meio ambiente e os conflitos conceituais resultantes desta discussão (ALONSO e COSTA, 2002). No ambiente do processo

de abertura democrática¹¹, o Brasil instituiu em 1981 a Política Nacional de Meio Ambiente (BRASIL, 1981). Nos anos seguintes o ordenamento jurídico implementou a Política Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997), a Lei de crimes ambientais (BRASIL, 1998), as resoluções do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) e demais leis que estruturam o tema nos níveis federal, estadual e municipal. Em sintonia com a tendência nacional e mundial da adoção de leis e políticas públicas de proteção ao meio ambiente, Porto Alegre foi a primeira cidade brasileira a criar oficialmente uma Secretaria Municipal de Meio Ambiente (PORTO ALEGRE, 1976), (PORTO ALEGRE, 2021).

Na atualidade, aproximadamente metade da população do planeta vive em cidades (PÖTZ, 2012) e juntamente com a criação de novas leis para proteção do meio ambiente surgem projetos em vários países caracterizados como *Verde-Azul*. Estes projetos (em contraponto aos projetos convencionais descritos como *Cinza*) buscam incorporar técnicas para manter os solos saudáveis, drenagem urbana através das áreas verdes, bacias de amortecimentos dos corpos de água, medidas para reduzir o estresse térmico, produção energética sustentável, qualidade do ar, mobilidade urbana de baixo impacto ambiental e áreas de recreação a fim de proporcionar melhor qualidade de vida às pessoas em sintonia com o respeito ao meio ambiente (SILVEIRA, 2018). Na França a política “Trama Verde e Azul” se constituiu numa estratégia nacional de integração do país aos esforços da União Europeia para proteção da biodiversidade interligado com a rede ecológica pan-europeia, cujo objetivo é preservar e restaurar uma rede de conectividade de locais onde as espécies animais e vegetais possam circular, alimentar-se, reproduzir-se e descansar, garantindo assim o seu ciclo de vida (FRANÇA, 2023).

A partir da pesquisa bibliográfica sobre o tema “Trama Verde-Azul”, de um questionário aplicado a profissionais e acadêmicos familiarizados com a temática ambiental e da participação nas oficinas de revisão do Plano Diretor, o objetivo desta etapa do trabalho é estabelecer a compreensão sobre os fundamentos da TVA no sentido identificar conceitos, percepções e instrumentos que podem contribuir na delimitação de uma trama na área de estudo baseada na legislação urbanística e ambiental de Porto Alegre.

2.2. Materiais e Métodos

Esta etapa do trabalho foi construída por meio de:

1. Pesquisa bibliográfica sobre o tema “Verde-Azul” no Brasil e em outros países.

¹¹ Após o final do Governo Militar (01/04/1964 a 15/03/1985).

2. Questionário aplicado a profissionais e acadêmicos sobre o entendimento, abrangência e compatibilidade da “abordagem Verde-Azul” no Planejamento Urbano e Regional.
3. Observação participante nas oficinas de revisão do Plano Diretor de Porto Alegre no eixo temático “Ambiente Natural” a fim de identificar instrumentos e conceitos em consonância com o tema Trama Verde-Azul.

2.2.1. Pesquisa bibliográfica

Uma pesquisa bibliográfica é realizada a partir de textos, livros, artigos científicos, ensaios críticos, dicionários, enciclopédias, jornais, revistas, resenhas, resumos e sítios de internet, a partir da leitura refletida com detida preocupação de obter conteúdo com informações de referência (MARCONI e LAKATOS, 2017). Este tipo de investigação busca a contextualização teórica do problema e seu relacionamento com o tema da pesquisa de forma a esclarecer os pressupostos que dão fundamentação à pesquisa e as contribuições feitas por trabalhos anteriores (GIL, 2002, p. 162).

A escolha dos trabalhos foi feita através do filtro “Trama Verde-Azul” e realizada em plataformas de busca, cujo objetivo foi identificar o método, os temas e as diferentes localidades onde os estudos foram realizados. Foram adotados os seguintes parâmetros:

1. Palavra-chave: verde-azul, trama verde-azul, green-blue.
2. Busca e base de dados: Livros e Biblioteca virtual (Google acadêmico e Lume UFRGS). A biblioteca virtual identificou 86 trabalhos, dos quais 15 foram selecionados pela diversidade de abrangência temática e local de origem.
3. Recorte temporal: 2010 a 2023.
4. Recorte amostral: França, Alemanha, Suécia, Bélgica, Espanha, Holanda, Romênia, Argentina, Brasil e China.
5. Temas: infraestrutura, corredores ecológicos, biodiversidade, planejamento urbano, drenagem urbana e saúde pública.
6. Critério para escolha dos textos: Diversidade de temas, métodos de pesquisa e países de origem dos trabalhos.
7. Fichamento.
8. Ideias centrais.
9. Identificação de construtos.

2.2.2. *Questionário*

O questionário é uma técnica de coleta de dados muito utilizada no processo de trabalho de campo em pesquisas sociais pois consegue atingir várias pessoas ao mesmo tempo para a obtenção de dados numa área geográfica ampliada (BONI e QUARESMA, 2005). Através de um questionário dividido em três partes e dirigido a profissionais e acadêmicos, o objetivo da utilização desta ferramenta é identificar:

1. a abrangência e contribuição da legislação ambiental na proteção do meio ambiente.
2. a contribuição dos planos diretores na gestão ambiental.
3. e os elementos estruturadores da Trama Verde-Azul.

Lakatos et al. (2010) indicam que o questionário é uma técnica de observação direta extensiva para coleta de dados, constituído por uma série ordenada de perguntas, que devem ser respondidas por escrito e sem a presença do entrevistador (MARCONI e LAKATOS, 2017, p. 194). O questionário requer o bom conhecimento do tema a fim de possibilitar sua divisão por etapas que devem estar de acordo com os objetivos da pesquisa e estar acompanhado por instruções definidas e notas explicativas, para que o informante possa ter ciência do que se deseja dele. Este deve estar limitado entre vinte a trinta perguntas para ser respondido em aproximadamente 30 minutos (MARCONI e LAKATOS, 2017, p. 218).

O tipo de amostragem de coleta de dados adotado foi através da dinâmica “bola de neve” (não probabilística) que é utilizada quando o público participante é limitado a um segmento restrito (de difícil acesso) da população constituído por cadeias de referência e escolhidos pelos pesquisadores com base nos objetivos da pesquisa. Garantindo-se o sigilo dos respondentes, estes indicam ou recrutam outros participantes, e assim sucessivamente para que o quadro amostral possa crescer a cada entrevista até o limite desejado (VINUTO, 2014). Este tipo de amostragem é utilizado para fins exploratórios e melhor compreensão sobre um tema, testar a viabilidade de realização de um estudo mais amplo ou desenvolver métodos a serem empregados em outros estudos (VINUTO, 2014). A adoção da técnica tem por objetivo:

1. Obter a compreensão de um público selecionado sobre o tema da pesquisa.
2. Obter dados sobre a percepção do tema em ambientes sócio espaciais diversificados.
3. Validar a pesquisa bibliográfica.

O questionário é estruturado a partir de perguntas diretas ou gradativas na escala de 1 a 5, com a seguinte gradação: muito fraco (1), fraco (2), mediano (3), forte (4) e muito forte (5).

O projeto de pesquisa foi aprovado pelo *Compesq* (Comissão de Pesquisa) da Faculdade de Arquitetura e urbanismo da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, pelo Comitê de Ética em Pesquisa e no Conselho Nacional de Saúde (*Plataforma Brasil*)¹².

Questionário

Primeira etapa:

Pesquisa sobre a Trama Verde-Azul: Breve explanação sobre a TVA para que os entrevistados possam se situar no tema. Este tópico também contempla breve abordagem dos principais marcos legais brasileiros na Política Ambiental, bem como o Termo de Consentimento de Livre Esclarecido (TCLE) conforme Resolução CNS n.º 466, de 2012.		
	Pergunta	Tipo de resposta
	Você aceita participar da pesquisa?	Sim ou não
	Qual cidade você reside?	Livre resposta
	Formação profissional:	Livre resposta
1	Você já tinha conhecimento do termo "Trama Verde-Azul"?	Sim ou não
2	A política ambiental no Brasil está estruturada a partir de inúmeras leis nos níveis federal, estadual e municipal. Destacam-se a Lei nº 6.938/81 (Política Nacional de Meio Ambiente), 12651/2012 (Código Florestal), Dec. 1905/96 (zonas úmidas), as Resoluções do Conama, entre outras. Neste sentido, como você considera o nível de abrangência da legislação ambiental no Brasil:	Atribuir valores entre 1 e 5
3	Na sua opinião, a legislação ambiental (federal, estadual e municipal) tem sido eficiente e contribuído na preservação do meio ambiente no Brasil, apesar dos desafios socioculturais da realidade brasileira?	Atribuir valores entre 1 e 5

Segunda parte:

Os Planos Diretores e a gestão ambiental: Neste tópico é abordado a influência dos Planos Diretores nos tópicos: proteção das áreas verdes, Áreas de Preservação Permanente (APP), arborização urbana, corredores ecológicos, monitoramento de espécies, habitação de interesse social, mobilidade ativa, energia, áreas de risco, infraestrutura verde e resíduos.		
	Pergunta	Tipo de resposta
4	Na sua opinião, qual o grau de influência dos Planos Diretores na proteção das áreas verdes privadas	Atribuir valores entre 1 e 5
5	Qual o grau de influência dos Planos Diretores na proteção das áreas verdes públicas:	Atribuir valores entre 1 e 5

¹² Certificado de Apresentação de Apreciação Ética (CAAE) nº 74765623.9.0000.5347.

6	Qual o nível de contribuição dos Planos Diretores na proteção das Áreas de Preservação Permanente (APP)	Atribuir valores entre 1 e 5
7	Qual o nível de contribuição dos Planos Diretores na arborização urbana com espécies nativas	Atribuir valores entre 1 e 5
8	Qual o nível de contribuição dos Planos Diretores no mapeamento dos corredores ecológicos	Atribuir valores entre 1 e 5
9	Qual o nível de contribuição dos Planos Diretores para monitoramento sobre a riqueza de espécies em pontos específicos do território do município.	Atribuir valores entre 1 e 5
10	Qual o nível de contribuição dos Planos Diretores na disponibilização de áreas adequadas para habitação de interesse social	Atribuir valores entre 1 e 5
11	Qual o nível de contribuição dos Planos Diretores a fim de proporcionar estratégias adequadas de mobilidade ativa como ciclovias, rotas de pedestres e demais infraestrutura de suporte para destes modais.	Atribuir valores entre 1 e 5
12	Qual o nível de contribuição dos Planos Diretores a fim de proporcionar instrumentos de enfrentamento às mudanças climáticas como o estímulo ao uso da energia solar ou outras fontes renováveis de geração local	Atribuir valores entre 1 e 5
13	Os Planos Diretores têm atuado eficientemente no direcionamento da tendência de crescimento urbano nas cidades brasileiras e proteção das áreas de interesse ambiental?	Atribuir valores entre 1 e 5
14	Os Planos Diretores contribuem eficientemente na drenagem urbana sustentável através do estímulo à implantação de <i>wetlands</i> , telhados verdes, bacias de amortecimento, entre outras técnicas de retenção das águas pluviais?	Atribuir valores entre 1 e 5
15	Via de regra, você considera que os Planos Diretores abordam o mapeamento de solos adequados à urbanização e áreas de risco?	Atribuir valores entre 1 e 5
16	Você considera que os Planos Diretores abordam adequadamente a gestão do lixo urbano e resíduos sólidos?	Atribuir valores entre 1 e 5
17	Referente as perguntas de 4 a 16, você gostaria de fazer alguma crítica, sugestão ou comentário?	Livre resposta

Terceira parte:

Estruturação de uma Trama Verde-Azul: Com base na explanação da experiência francesa da Trama Verde-Azul, como você considera:		
	Pergunta	Tipo de resposta
18	O grau de relacionamento do Tema Trama Verde-Azul com o Urbanismo?	Atribuir valores entre 1 e 5
19	Na sua opinião, qual o nível de similaridade de uma Trama Verde-Azul e um corredor ecológico?	Atribuir valores entre 1 e 5
20	Quando os franceses citam: “a infraestrutura Verde-Azul” Você compreende que uma TVA pode estar relacionada a realização de intervenções nos espaços (obras de infraestrutura como <i>wetlands</i> , etc.) compatíveis com a circulação de espécies?	Atribuir valores entre 1 e 5
21	Na sua opinião, uma TVA ou Corredor Ecológico devem estar associados:	<ul style="list-style-type: none"> - Florestas - Campos nativos - Ambientes aquáticos - Num mosaico entre ambos (florestas, campos e ambientes aquáticos) - Outros

22	Você considera que a identificação de ilhas de calor deve compor os estudos para a estruturação da TVA ou Corredores Ecológicos	Sim ou não
23	Você considera que informações sobre a riqueza de espécies da fauna e flora no território pode contribuir na estruturação de uma Trama Verde-Azul ou Corredor ecológico?	Sim ou não
24	Qual o nível de importância que informações sobre os solos podem contribuir na composição de uma Trama Verde-Azul ou Corredor ecológico?	Atribuir valores entre 1 e 5
25	Qual o nível de importância que o conhecimento da tendência da urbanização pode contribuir no estabelecimento de uma Trama Verde-Azul ou Corredor ecológico?	Atribuir valores entre 1 e 5
26	Com base nas perguntas 22, 23, 24 e 25 qual o nível de importância que a sobreposição de dados sobre a temperatura média, riqueza de espécies, solos e a tendência de urbanização sobre as matas, campos e corpos d'água podem contribuir na composição de uma Trama Verde-Azul ou mapeamento de um Corredor ecológico?	Atribuir valores entre 1 e 5
27	Há algum comentário, crítica ou sugestão que queira fazer sobre as perguntas de 18 a 26, sobre o tema TVA ou o questionário como um todo?	Livre resposta

2.2.3. Observação Participante

Por se constituir numa oportunidade privilegiada de absorver o conhecimento da experiência prática de um grupo seletivo, através da *observação participante* foi possível diagnosticar os principais problemas e eventuais propostas para a preservação dos ambientes mais significativos da cidade, bem como os desafios a serem enfrentados no campo político e socioeconômico na revisão do PDDUA. O método tem suas origens em estudos realizados pela Escola de Sociologia de Chicago (Estados Unidos) no campo da antropologia, na década de 20 do século XX. Estas pesquisas utilizavam levantamentos feitos “in loco” para comparação com dados coletados em relatórios (HAGUETTE, 2013, p. 67). Neste tipo de coleta de dados, a construção é realizada a partir da participação real do pesquisador de forma próxima com as atividades normais do grupo, cujo objetivo é vivenciar as experiências e trabalhar nos moldes de referência instituídos (MARCONI e LAKATOS, 2017, p. 194). Por estar distante da rotina de atividade dos demais participantes, o observador tem a possibilidade de obter informações sobre as rotinas, carências e chegar a conclusões isentas de conceitos culturalmente pré-concebidos (MARCONI e LAKATOS, 2017, p. 195).

Este método empírico foi incluído no trabalho pelo fato do pesquisador ser funcionário da Prefeitura Municipal de Porto Alegre e representante suplente da Secretaria Municipal de

Obras e Infraestrutura nas oficinas temáticas de discussão da Revisão do PDDUA¹³ cuja dinâmica proporciona oportunidade privilegiada de coletar dados de participantes com domínio sobre o tema. Entre os diversos eixos de discussão do Plano, os dados foram coletados no “*Eixo Temático Ambiente Natural*”, cujo grupo de trabalho é composto por profissionais com formação nas áreas de biologia, arquitetura e urbanismo, agronomia e engenharias, pertencentes aos quadros técnicos da Prefeitura municipal e atuantes nas áreas de licenciamento ambiental, projetos e manutenção de áreas verdes. A coleta de dados foi realizada pelo pesquisador através das seguintes etapas:

1. Tópicos relacionados à pesquisa discutidos no Grupo de Trabalho.
2. Transcrição em tabelas das discussões.
3. Com base nos temas discutidos são selecionadas as ideias centrais de convergência com a Trama Verde-Azul.

Foram coletados dados das reuniões da revisão do Plano Diretor nos seguintes eventos:

11 de novembro de 2022 (1º Seminário POA 2030 – Revisão do Plano Diretor de Porto Alegre no auditório da *Unisinos*¹⁴);

07, 08 e 09 de março de 2023 (Conferência de Avaliação do Plano Diretor realizada na *PUC-RS*¹⁵);

06 de setembro de 2023 (Reunião do GT Ambiente Natural);

15 de setembro de 2023 (Reunião do GT Ambiente Natural);

22 de setembro de 2023 (Reunião do GT Ambiente Natural);

27 de setembro de 2023 (Reunião do GT Ambiente Natural);

18 de outubro de 2023 (Reunião do GT Ambiente Natural);

25 de outubro de 2023 (Reunião do GT Ambiente Natural);

Resumo do Método

Na busca do objetivo de estabelecer a compreensão sobre tema da Trama Verde-Azul e identificar conceitos, percepções e instrumentos que podem contribuir na delimitação de uma

¹³ Portaria nº 460 de 14/06/2022, documento nº 21783453 do Processo SEI nº 21.0.000053535-1.

¹⁴ Universidade do Vale do Rio dos Sinos.

¹⁵ Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

trama com base na legislação urbanística e ambiental de Porto Alegre, o método é estruturado conforme sintetizado na Tabela 3.

Tabela 3 – Resumo do método do Capítulo 2

Objetivo 1	Avaliação do instrumento Trama Verde-Azul em relação ao Plano Diretor de Porto Alegre (PDDUA).
Técnica de coleta de dados	<ul style="list-style-type: none"> - Pesquisa bibliográfica - Questionário - Observação Participante
Técnica de análise de dados	<ul style="list-style-type: none"> - Análise de texto - Análise de Conteúdo
Tipo de Análise	Qualitativa
Resultados esperados	<ul style="list-style-type: none"> - Compreensão conceitual do tema “Trama Verde-Azul”. - Abrangência da legislação ambiental no Brasil. - Contribuição dos Planos Diretores na gestão ambiental. - Elementos que devem estruturar uma TVA. - Identificação de instrumentos e conceitos em sintonia com a TVA.

2.3. Resultados

Pesquisa Bibliográfica

O tema “Trama Verde-Azul” é uma abordagem multidisciplinar empírica para infraestrutura com potencial resiliente para absorção dos impactos naturais ou provocados pela ação humana no meio urbano, em auxílio aos sistemas convencionais “cinza” (DREYER, 2018.). A denominação “verde-azul” é utilizada em experiências de projetos urbanos de baixo impacto ambiental para a criação de parques ou reservas ecológicas. A plataforma digital *Urban Green-Blue Grids* da Holanda divulga projetos e iniciativas nos campos social, econômico e ecológico que reduzem o impacto no meio ambiente e promovem uma cidade saudável e atraente. As informações da plataforma é o resultado de um livro¹⁶ escrito em inglês e holandês que aborda temas como: recursos hídricos, estresse térmico, biodiversidade, agricultura urbana,

¹⁶ Green-Blue Grids: Manual for resilient cities / Groenblauwe netwerken - handleiding voor veerkrachtige, (<https://urbangreenbluegrids.com/>)

qualidade do ar, energias limpas e inclusão social através de explicação conceitual e experiências realizadas em vários países (PÖTZ, 2012, p. 31).

Um dos exemplos apresentados é o projeto *East London Green Grid* em Londres (Inglaterra) que adotou uma estratégia de interligação de parques e áreas verdes (no leste da cidade) permeando áreas densamente urbanizadas a fim de amenizar altas temperaturas no verão. A experiência londrina também busca estimular a utilização do transporte público e implantar um *Cinturão Verde* nos arredores da cidade e ao longo do rio Tâmis (PÖTZ, 2012, p. 297). Outro exemplo bem-sucedido do tema “verde-azul” é do planejamento urbano de Portland (Estados Unidos) que implantou cinturões verdes para conter o crescimento horizontal desde a década de 60 (século XX). A cidade é conhecida como a cidade “verde” número um da América por ter grande número de restaurantes vegetarianos, estimular o transporte ativo de pedestres e possuir 510 quilômetros de ciclovias, transporte público de qualidade e o maior percentual de parques urbanos per capita nos Estados Unidos (PÖTZ, 2012, p. 539-547).

Na Espanha, a restauração das margens do rio *Manzanares* em Madri foi realizada com participação do governo, da sociedade civil e da comunidade acadêmica na elaboração do planejamento, projeto e das obras de recuperação deste rio em área urbana. A iniciativa mostra as vantagens ambientais e econômicas das intervenções de baixo impacto sobre as técnicas convencionais, sugerindo que a infraestrutura Verde-Azul está bem consolidada na Europa, entretanto, ainda há a necessidade de ampliação das ferramentas institucionais de planejamento urbano que ampliem experiências como a que foi realizada (MAS, SÁNCHEZ e MARTÍN, 2018). As intervenções denominadas “verde-azul” também podem estar integradas com as técnicas da engenharia tradicional (denominadas “Cinza”) no propósito de otimizar a eficiência de obras de infraestrutura, conforme estudo sobre o efeito sinérgico no controle de inundações na cidade de Dongying (China) que mostra que a integração das áreas verdes e de amortecimento com a infraestrutura existente proporciona uma melhor estratégia de adaptação e complementação na captação, armazenamento e escoamento das águas pluviais (WANG *et al.*, 2022). Na Argentina, um questionário aplicado a um grupo de voluntários apontou que na hipótese de haver subsídio público, existe boa receptividade para implantação de técnicas drenagem urbana de baixo impacto¹⁷ (designadas como Verde-Azul) nas propriedades urbanas como instrumento de auxílio no combate a inundações no sudoeste da cidade de La Plata na região metropolitana de Buenos Aires (ROTGER, DOMINELLA e DAMONTE, 2022).

¹⁷ Áreas permeáveis, pisos drenantes, *wetlands*, bacias de amortecimento, telhados verdes, entre outros.

Na França, o tema Trama Verde-Azul alcançou a amplitude necessária como política de Estado numa estratégia nacional para conectar áreas naturais protegidas e fragmentadas (ilhas) em redes que foram designadas como reservatórios de biodiversidade para a proteção de espécies ameaçadas de extinção (CARSIGNOL, 2012). Este assunto foi amplamente debatido no Fórum *Grenelle de l'environnement* (2007), ocorrido em Paris (França) onde foram apresentadas diretrizes para proteção, conservação e restauração de corredores de biodiversidade através de estratégias baseadas nas escalas local, regional e nacional. Os trabalhos realizados naquele fórum resultaram nas Leis denominadas *Grenelle* FRANÇA, 2009 e *Compromisso com o Meio Ambiente* FRANÇA, 2010 que contemplam temas como energia, urbanismo, vegetação, água, paisagem, biodiversidade e bacias hidrográficas.

O Ministério do Meio Ambiente francês atua em conjunto com o Museu Nacional de História Natural da França, a Agência Francesa para a Biodiversidade e Organizações não governamentais (ONGs) para consolidar e padronizar o conhecimento disponível sobre a biodiversidade nacional, avaliar os resultados das políticas adotadas e apoiar atores locais no desenvolvimento das estratégias da Trama Verde-Azul em cada território (TRAME VERTE ET BLEUE, 2017). O monitoramento e gerenciamento da Trama é realizado através do *Centro de Recursos para implementação da Trama Verde-Azul* que é uma organização estatal coordenado pelo Gabinete Francês da Biodiversidade (OFB)¹⁸ que trabalha em conjunto com entidades estatais, empresas, organizações não-governamentais e a sociedade civil para a organização de intercâmbio, apoio científico, desenvolvimento de ferramentas, cooperação e formação técnica (VERTE ET BLEUE, 2024).

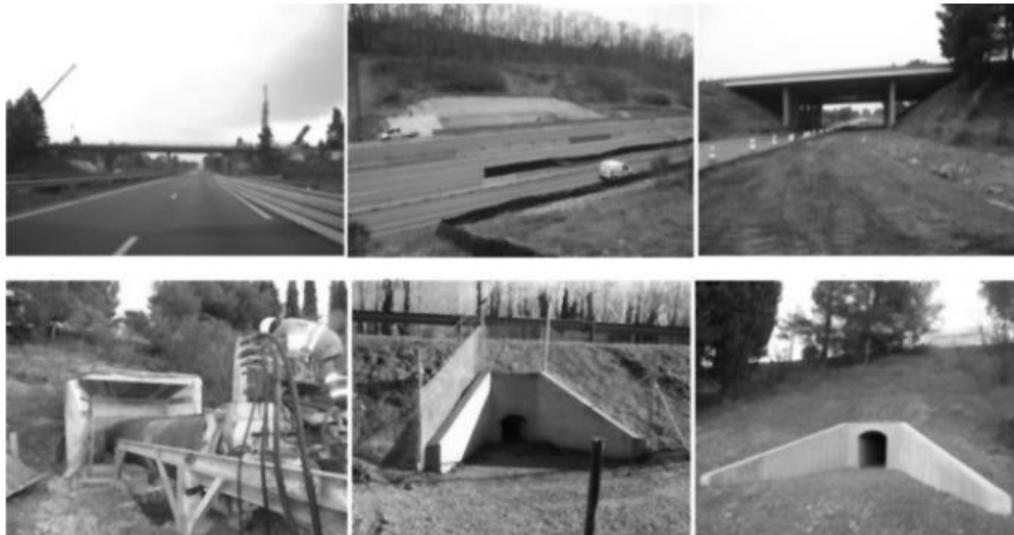
A política francesa da Trama Verde-Azul considera que os inventários¹⁹ são ferramentas fundamentais para o conhecimento da presença, distribuição de espécies e habitats naturais que possibilitam identificar as discontinuidades de habitats. Estes relatórios e o monitoramento da biodiversidade são essenciais na etapa do diagnóstico de um projeto TVA para definir setores

¹⁸ *Office français de la biodiversité.*

¹⁹ Inventários das áreas naturais de interesse ecológico, faunístico e florístico, Inventário nacional do patrimônio natural, Sistema de informação sobre natureza e paisagem, Bases de dados de associações botânicas e conservatórios nacional, Atlas de biodiversidade municipais, Atlas das paisagens, Observatório fotográfico das paisagens, Observatório Nacional da Biodiversidade, Retrato da biodiversidade dos municípios, Informações Cartográficas de dados ambientais, Sistema de informação do Instituto Nacional de Informação Geográfica e Florestal, Sistema de informação de Investigação Geológica e Mineração, Sistema de informação do grupo de interesse científico, Informações sobre ocupação e uso do solo, Sistema de Informação das Águas, Programas de ciências participativas, Sistema Global de Informações sobre a biodiversidade e o Observatório de áreas agrícolas e florestais naturais.

de intervenção prioritários e implementar planos de ação relativos à preservação de determinadas espécies, bem como avaliar as tendências da ação antrópica (TRAME VERTE ET BLEUE, 2017, p. 10-11-17). A prática francesa tem proporcionado experiências com a realizada para a conexão dos espaços naturais isolados pelas redes de transportes que busca viabilizar a travessia de animais (Figura 6). Entre estas experiências está a travessia feita através da infraestrutura de drenagem existente ou a iluminação da parte inferior de viadutos para melhorar a orientação dos insetos (CARSIGNOL, 2012).

Figura 6 – Experiências de ações para melhorar a travessia de pedestres em andamento



Fonte: (CARSIGNOL, 2012).

O Brasil também foi influenciado pela Trama Verde-Azul francesa através da experiência no Estado de Minas Gerais (Região Metropolitana de Belo Horizonte²⁰) onde foi realizada uma tentativa de implementar uma Trama em 2009, conforme modelo institucional francês. O projeto de Lei que foi elaborado entre 2009 e 2011 através de um intenso processo participativo²¹, foi arquivado por regras regimentais e ainda hoje é objeto de debate no esforço de implementação deste instrumento de planejamento (VALVERDE, 2022). Entre as dificuldades encontradas para a implementação da TVA de Belo Horizonte está a descontinuidade na construção do Plano Metropolitano pela falta de recursos, a dinâmica desorganizada de discussão com a sociedade e o tempo excessivo na elaboração do projeto de Lei (FREITAS e CHIQUITO, 2022). Até o presente momento (2024) não há notícias sobre a

²⁰ Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana de Belo Horizonte.

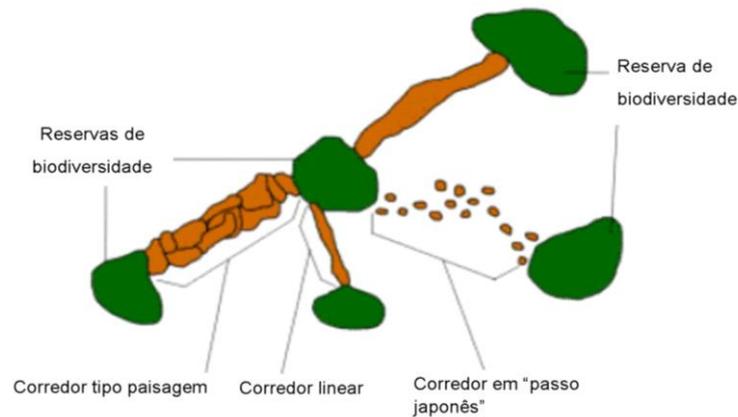
²¹ Projeto de Lei nº 74 de 2017.

retomada do debate ou de ações para continuidade das discussões. Entre os desafios encontrados, ressalta-se a complexidade dos processos participativos numa estrutura burocrática rígida, onde coexistem uma rica construção coletiva e participativa de propostas e uma frágil metodologia de abordagem comum no território (HENRIQUE, TONIOLO e GOMES, 2019). A partir da experiência de Belo Horizonte, Euclides (2016), faz a análise das contradições da relação sociedade-natureza numa cultura industrializada que analisa o contexto socioambiental de forma abstrata. Neste sentido, a Trama Verde-Azul se apresenta como uma alternativa otimista de abordagem da temática ambiental em decorrência da construção democrática multidisciplinar realizada através da diversidade de atores (EUCLYDES, 2016).

A implementação de políticas públicas com a ótica Verde-Azul é um desafio no contexto político, social e econômico da atualidade, conforme demonstrado num Estudo de Caso utilizando o método *Urban Living Labs* (ULL) nas cidades europeias da Antuérpia (Bélgica), Dordrecht (Holanda) e Gotemburgo (Suécia). O Método descrito corresponde a laboratórios de convivência urbana de experimentação e aprendizagem, nos quais os atores podem trabalhar de forma colaborativa e incorporar diferentes interesses na busca de solução de problemas de bairros. A experiência mostrou que os veículos de participação são eficazes para apresentar ideias, conceitos e planos integrados. Entretanto, em decorrência do caráter experimental e pouco institucionalizado, pode ser pouco eficiente na aplicabilidade dos resultados propostos e de difícil integração e colaboração no desenvolvimento de políticas setoriais (WILLEMS, KUITERT e VAN BUUREN, 2022).

Amsallem et al. (2010) sugerem que não há um método específico para estruturação de uma trama e que esta pode ser construída através da adaptação de experiências já realizadas conforme a característica de cada localidade. Uma delas é a conectividade de ambientes naturais isolados pela fragmentação espacial na qual os corredores ecológicos e os cursos de água são considerados *reservatórios de biodiversidade*. Segundo os autores, estes ambientes são elementos estruturadores naturais da TVA (independentemente da continuidade espacial) que devem permitir que as espécies possam realizar a dispersão e migração para outros reservatórios (Figura 7), que muitas vezes podem estar espaçados entre si a quilômetros de distância (AMSALEM, DESHAYES e BONNEVIALLE, 2010).

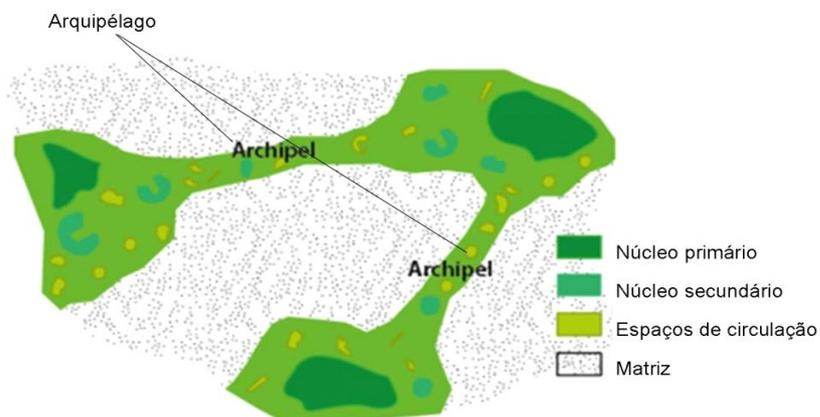
Figura 7 - Exemplo de espaços vitais da trama verde-azul: reserva de biodiversidade e tipos de corredores terrestres



Fonte: (Amsallem, 2010 apud Cemagref, 1991), traduzido pelo autor (Loge, 2018).

Linglart et al. (2016) indicam a dificuldade de definição de uma TVA nos ambientes urbanos e que seu entendimento deve ser construído sobretudo através de enfoque multidisciplinar, não pode ser reduzido a uma visão naturalista, mas sustentado sobretudo com a percepção e aceitação pelos moradores da área de influência desta. Os autores segmentam a trama através de *núcleos primários*, *secundários* e *espaços de transmissão* áreas (Figura 8) que possibilitam a estruturação a partir da percepção das pessoas, da definição de usos, da integração de projetos urbanos com base nas áreas verdes existentes ou ainda na incorporação de novas áreas (LINGLART *et al.*, 2016).

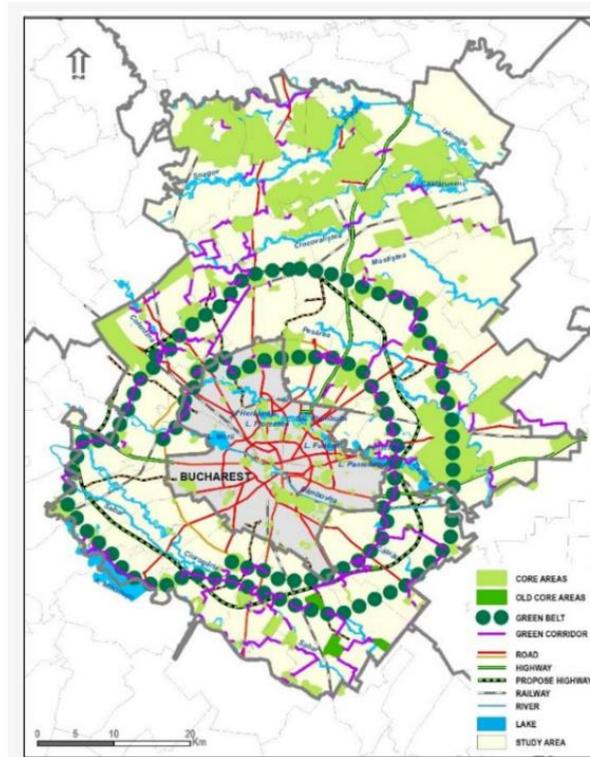
Figura 8 – Núcleos primários e secundários de biodiversidade



Fonte: (LINGLART et al., 2016), traduzido por (LOGE, 2018).

Outro tipo de técnica foi adotado num estudo realizado com a sobreposição e ponderação de mapas através da ferramenta de geoprocessamento *Linkage Mapper* no qual foram definidas as conexões (Figura 9) de áreas verde-azul da região metropolitana de Bucareste. Com base nas resistências da paisagem, foram identificadas interligações de menor custo entre elas para a prestação de serviços ecossistêmicos de adaptação às alterações climáticas (TACHE, POPESCU e PETRISOR, 2023).

Figura 9 - Análise de conectividade regional desenvolvida com a ferramenta de geoprocessamento *Linkage Mapper* para a área metropolitana de Bucareste



Fonte: (TACHE, POPESCU e PETRISOR, 2023).

Na direção da orientação conceitual francesa que aponta a importância dos inventários ecológicos na construção da Trama Verde-Azul, um estudo realizado por Loge e Silveira (2022) utilizando análise multivariada, o índice de *Shannon* e o geoprocessamento, com duas unidades amostrais na cidade de Porto Alegre (Brasil), propõe uma metodologia que incorpora a classificação de imagens de satélite e a riqueza de espécies²², a fim identificar a interação de variáveis ambientais numa matriz composta por dados espaciais e ecológicos. Os resultados

²² Através do Índice de Similaridade de Shannon.

indicam que as florestas estão mais bem conservadas e sugerem os efeitos da ação antrópica principalmente no ambiente aquático (LOGE e SILVEIRA, 2022).

Rubin (2023) propõe diretrizes de planejamento urbano em Porto Alegre baseadas na Trama Verde-Azul e também mostra que vários conceitos já são praticados institucionalmente (mesmo não identificadas como TVA), entretanto, ainda há muito desconhecimento conceitual sobre as ferramentas verde-azul no âmbito da Prefeitura Municipal, cujos setores são muito segmentados e recomenda o desenvolvimento de pesquisas com o enfoque ecológico (RUBIN, 2023), (LOGE, 2018). Apesar do Plano Diretor de Porto Alegre não tratar explicitamente da infraestrutura Verde-Azul, o tema já aparece na revisão em desenvolvimento (2023) e a cidade possui vários tópicos contemplados na legislação e na gestão urbana.

Moscarelli (2021) também sustenta que a infraestrutura Verde-Azul já existe na prática e conecta as áreas verdes na maior parte das vezes, entretanto não agrega funções sociais em decorrência de muitos locais estarem degradados. Sugere que os parques urbanos constituem o maior patrimônio paisagístico e cultural da cidade, são muito valorizados pelos porto-alegrenses e poderiam ser melhor gerenciados (MOSCARELLI, 2021). Nesse sentido a pesquisa feita por Völker et al. (2015) mostra a boa aceitação que a presença da água e das áreas verdes exerce na qualidade da saúde mental nos parques urbanos do ponto de vista psicológico, de acordo com entrevistas estruturadas realizadas com frequentadores de parques públicos em Dusseldorf e Colônia (Alemanha) (VÖLKER e KISTEMANN, 2015).

A partir da literatura analisada foi elaborado um quadro síntese (Tabela 4) contendo as ideias centrais, referência, palavras-chave, tema e o país em que os trabalhos foram realizados. O objetivo é dissecar os textos a fim de capturar a percepção sobre o tema Trama Verde-Azul em localidades distintas e extrair conceitos que devem ser considerados na delimitação espacial de uma trama.

Tabela 4 - Síntese do recorte amostral da literatura analisada

Tema: Trama Verde-Azul					
Plano de Trabalho: Conceitos, palavras-chave, área do conhecimento e país.					
	Ideias centrais	Referência	Palavras-chave	Tema	País
1	Entre as principais causas da perda de biodiversidade inclui a destruição de habitats e a fragmentação de ambientes. Considera os “Reservatórios de Biodiversidade, os “Corredores Ecológicos” e os “Cursos de Água” os elementos estruturadores da Trama Verde-Azul. Aponta que não há um Método específico e que uma TVA deve ser construída através da adaptação de métodos já aplicados conforme a especificidade de cada país.	AMSALLEM, J.; DESHAYES, M.; BONNEVIALLE, M. Analyse comparative de méthodes d'élaboration de trames vertes et bleues nationales et régionales. Sciences Eaux & Territoires , janeiro 2010. 40-45. Disponível em: < https://www.researchgate.net/publication/281474596_Analyse_comparative_d_e_methodes_d%27elaboration_de_trames_vertes_et_bleues_nationales_et_regionales >.	1. Reservatórios de Biodiversidade 2. Corredores Ecológicos 3. Cursos de Água	Corredores ecológicos	França
2	A infraestrutura de transportes na França ocasionou a fragmentação de habitats e em consequência da política estatal Trama Verde-Azul tem sido realizada a implantação de técnicas utilizando a infraestrutura existente para a conexão dos Corredores de ecológicos.	CARSIGNOL, J. Des passages à gibier à la Trame Verte et Bleue : 50 ans d'évolution pour atténuer la fragmentation des milieux naturels en France. Le Naturaliste canadien , v. 136, 2012. ISSN 2. Disponível em: < https://id.erudit.org/iderudit/1009111ar >.	1. Fragmentação 2. Passagem da fauna 3. Requalificação 4. Redes ecológicas 5. Trama Verde-Azul		
3	Através do Estudo de caso da experiência da cidade de Belo Horizonte, faz a análise das contradições da relação Sociedade-Natureza	EUCLYDES, A. C. P. A hipótese otimista: dialética e utopia das áreas verdes,	1. Áreas verdes 2. Áreas protegidas 3. Trama verde e azul	Planejamento Urbano	Brasil

	<p>numa Sociedade industrializada que analisa o contexto sócio ambiental de forma abstrata. Neste sentido, a Trama Verde-Azul se apresenta como uma alternativa otimista de abordagem da temática Ambiental em decorrência da construção multidisciplinar com diversidade de atores, a ser construída, principalmente, de forma democrática.</p>	<p>das áreas protegidas e da trama verde e azul. In: _____ Dissertação de Mestrado em arquitetura e urbanismo. Belo Horizonte: [s.n.], 2016. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1843/MMMD-AKMQU5>.</p>	<p>4. Utopia 5. Henri Lefebvre</p>		
4	<p>Indica a dificuldade de definição de uma TVA nos ambientes urbanos e que a sua construção deve ser construída com enfoque multidisciplinar. A abordagem não pode ser reduzida a uma visão naturalista, mas a sustentabilidade da rede depende muita da percepção e aceitação pelos moradores. Com base na observação empírica, o espaço do território é identificado em núcleos primários, secundários e espaços de transmissão. A Trama Verde-Azul é estruturada a partir dos núcleos existentes e propostos de acordo com a percepção das pessoas, bem como utilizando a definição de usos e integração de projetos no espaço urbano.</p>	<p>LINGLART, M. et al. Metodologia de mise en place d'une Trame verte urbaine : le cas d'une communauté d'agglomeration, Plaine Commune. CyberGeo, julho 2016.</p>	<p>1. Biodiversidade 2. Cartografia 3. Paisagem 4. Uso do solo 5. Metodologia 6. Conservação da natureza 7. Urbanismo sustentável</p>	<p>Corredores ecológicos</p>	<p>França</p>
5	<p>Com base em entrevistas qualitativas em quatro paisagens terapêuticas conceituais (1 - espaço vivenciado, 2 - simbólico, 3 - social e 4 - de atividade), o estudo realizado nas cidades de Dusseldorf e Colônia (Alemanha) aborda a importância da água nos espaços verde urbanos (no aspecto psicológico). O estudo concluiu que os entrevistados consideram que a água e as áreas verdes</p>	<p>VÖLKER, S.; KISTEMANN, T. Developing the urban blue: Comparative health responses to blue and green urban open spaces in Germany. Health and Place, v. 35, p. 196-205, setembro 2015.</p>	<p>1. Saúde salutogênica 2. Paisagens terapêuticas 3. Espaço azul urbano 4. Espaço verde urbano 5. Bem-estar.</p>	<p>Saúde Pública</p>	<p>Alemanha</p>

	contribuem muito para a saúde psicológica das pessoas que justifica a promoção destes espaços nas cidades.				
6	O trabalho mostra que há muita dificuldade para a integração e colaboração (política e setorial) para viabilizar a implantação da infraestrutura Verde-Azul em decorrência das estruturas institucionais envolvidas. O Método descrito como “ULL” (<i>Urban Living Labs</i>) corresponde a laboratórios de convivência urbana de experimentação e aprendizagem, nos quais os atores podem trabalhar de forma colaborativa e incorporar diferentes interesses na busca de solução de problemas de bairros. Experiências realizadas em Antuérpia (Bélgica), Dordrecht (Holanda) e Gotemburgo (Suécia) mostraram ser veículos eficazes para apresentar ideias, conceitos e planos mais integrados. Entretanto, em decorrência do caráter experimental e pouco institucionalizado pode ser pouco eficiente em canalizar os objetivos e resultados propostos.	WILLEMS, J.; KUITERT, L.; VAN BUUREN, A. Policy integration in urban living labs: Delivering multi-functional blue-green infrastructure in Antwerp, Dordrecht, and Gothenburg. Environmental Policy and Governance , p. 258-271, 23 agosto 2022.	1. Adaptação climática 2. Infraestrutura Verde-Azul 3. Laboratório de convivência urbana 4. Integração política 5. Governança colaborativa	Planejamento Urbano	Bélgica, Holanda e Suécia
7	Através de consulta a um grupo de entrevistados, verificou-se que, na hipótese de haver subsídio público, há boa receptividade para implantação de técnicas Drenagem Urbana Sustentável Verde-Azul (Reservatórios de retenção, reflorestamentos, telhados verdes, entre outros) como instrumento de auxílio no combate a inundações no sudoeste da cidade de La Plata, região metropolitana de Buenos Aires (Argentina).	ROTGER, D.; DOMINELLA, A.; DAMONTE, R. M. Nuevas periferias metropolitanas y aplicación de infraestructura azul y verde. El caso de la zona sudeste de la ciudad de La Plata, Argentina. Cuadernos de Investigación	1. Infraestrutura Verde-Azul 2. Sistemas de drenagem urbana sustentáveis 3. Paisagem 4. La Plata	Drenagem Urbana	Argentina

		Urbanística , p. 99-114, 2022. ISSN 143.			
8	O trabalho aborda as vantagens ambientais e econômicas da infraestrutura Verde-Azul sobre a infraestrutura convencional e aponta a experiência de restauração das margens do rio Manzanares em Madri (Espanha) que teve a participação de atores governamentais, a sociedade civil e Universidade na elaboração de propostas e acompanhamento das execuções. O trabalho aponta que a infraestrutura Verde-Azul está bem consolidada na Europa e indica a necessidade de maiores investigações no campo do Planejamento Urbano e divulgação das experiências bem-sucedidas.	MAS, F. M.; SÁNCHEZ, F. M. C.; MARTÍN, B. M. Infraestructuras verdes y azules: estrategias de adaptación y mitigación ante el cambio climático. Revista Digital del Cedex , p. 105-112, 2018. ISSN 191. Disponível em: < https://ingenieriacivil.cedex.es/index.php/ingenieria-civil/article/view/2350 >.	1. Conectividade 2. Água 3. Território 4. Manzanares	Corredores Ecológicos	Espanha
9	Através da análise de duas unidades amostrais na cidade de Porto Alegre (Brasil) o trabalho analisa as interações de variáveis ambientais numa matriz de similaridade composta por dados espaciais e ecológicos. Os resultados apontaram o bom estado de conservação das florestas e os efeitos da ação antrópica, principalmente no ambiente aquático.	LOGE, P. L.; SILVEIRA, A. L. L. Metodologia Trama Verde-Azul como instrumento de suporte para a gestão urbana e ambiental na cidade de Porto Alegre (Rio Grande do Sul). Meio Ambiente Brasil , v. 4, p. 34-49, 2022. ISSN 2.	1. Geociências 2. Análise multivariada 3. Planejamento urbano 4. Trama Verde-Azul	Biodiversidade	Brasil
10	A Tese de Doutorado propõe diretrizes de Planejamento Urbano baseado no conceito Trama Verde-Azul para a cidade de Porto Alegre (Brasil). Verifica-se que vários conceitos já são praticados institucionalmente (mesmo não identificadas como TVA), entretanto, ainda há muito desconhecimento conceitual sobre as	RUBIN, G. R. Proposta de Diretrizes para implantação da Trama Verde Azul no Planejamento Urbano de Porto Alegre. Tese de Doutorado em Planejamento Urbano e Regional . Porto Alegre:	1. Planejamento Urbano 2. Planejamento urbano Sustentável 3. Trama verde azul 4. Porto Alegre – RS	Planejamento Urbano	Brasil

	ferramentas Verde-Azul no âmbito da Prefeitura Municipal, cujos setores são muito segmentados. Com base nas Cartas disponíveis do Plano Diretor, faz uma análise de possíveis Tramas por cada região da cidade com foco no Planejamento Urbano, entretanto, recomenda o desenvolvimento de pesquisas com o enfoque ecológico.	[s.n.], 2023. Disponível em: < http://hdl.handle.net/10183/256828 >.			
11	O aumento da urbanização levará a uma pressão maior sobre áreas verdes e representará um risco para a qualidade de vida das cidades, ainda fortemente dependentes do petróleo. As redes verde-azul podem desempenhar várias funções: recreação, produção de alimentos, serviços ecossistêmicos, armazenamento e purificação de água, produção de biomassa, rotas agradáveis e seguras para tráfego lento, pulmões urbanos e resfriamento urbano. O trabalho aborda a Trama Verde-Azul através de temas como água, temperatura, biodiversidade, agricultura urbana, qualidade do ar, energia e importância social. A obra é ilustrada com exemplos de projetos (por Tema) em vários países (Estados Unidos, Alemanha, Inglaterra, Singapura, entre outros) e serve como fonte de ideias para a Arquitetos e Planejadores Urbanos.	PÖTZ, H. Groenblauwe netwerken - handleiding voor veerkrachtige steden / Green-blue grids - manual for resilient cities. Roterdan: Atelier Groenblauwe, 2012.		Infraestrutura Verde-Azul	Holanda
12	Através da coleta de dados da Região Metropolitana de Bucareste operacionalizadas por imagens de satélite e processados na plataforma GIS, o trabalho propõe um modelo conceitual da infraestrutura Verde-Azul, cuja	TACHE, A. V.; POPESCU, O. ; PETRISOR, A. I. Conceptual Model for Integrating the Green-Blue Infrastructure in Planning	1. Vegetação urbana 2. Serviços de Ecossistemas 3. Biodiversidade urbana 4. Mudanças climáticas 5. Planejamento ambiental	Corredores Ecológicos	Romênia

	<p>conectividade é o princípio fundamental da organização espacial para garantir uma melhor oportunidade para a prestação de serviços ecossistêmicos. O trabalho resultou num mapa no formato raster representando a resistência ao movimento dentro da área de estudo e indicando que as baixas resistências ao movimento são mais apropriadas às infraestruturas Verde-Azul e as maiores resistências são os espaços mais urbanizados. Os resultados sugerem a viabilidade do Método para a criação do quadro institucional nacional para implementação do Plano de Ação Nacional (Romênia) de Adaptação às Alterações Climáticas.</p>	<p>Using Geospatial Tools: Case Study of Bucharest, Romania Metropolitan Area. Land, Bucareste, v. 2, p. 1432, 17 julho 2023. ISSN 7.</p>	<p>6. Conectividade paisagística 7. Análise geoespacial</p>		
13	<p>Apesar do Plano Diretor de Porto Alegre não abordar atualmente a Infraestrutura Verde-Azul, entretanto, o Tema já aparece na revisão em desenvolvimento (2023) e a cidade possui vários tópicos já contemplados na legislação e na gestão urbana. A infraestrutura Verde-Azul já existe e conecta as áreas verdes na maior parte das vezes, mas não agrega funções sociais em decorrência de muitos locais estarem degradados. No caso de Porto Alegre, os parques urbanos constituem o patrimônio paisagístico e cultural da cidade e são muito valorizados pelos cidadãos. Estes são fundamentais para a conectividade paisagística da cidade.</p>	<p>MOSCARELLI, F. O papel da infraestrutura verde-azul na reconfiguração do patrimônio paisagístico porto-alegrense. Visioni LatinoAmericane, p. 424-442, 2021.</p>	<p>1. Infraestrutura Verde-Azul 2. Paisagem cultural 3. Planejamento urbano 4. Mudanças climáticas 5. Resiliência</p>	Planejamento Urbano	Brasil
14	<p>Um estudo de caso realizado em Dongying, província de Shandong, China, através da integração da infraestrutura Verde-Azul com técnicas tradicionais, mostrou a possibilidade</p>	<p>WANG, J. et al. A multi-objective optimization model for synergistic effect analysis of integrated</p>	<p>1. Inundação urbana 2. Sistema integrado de drenagem verde-cinza-azul 3. Efeito sinérgico</p>	Drenagem Urbana	China

	de melhor estratégia de adaptação e complementação no sistema de drenagem urbana. Através de análise do efeito sinérgico no sistema de drenagem para controle de inundações urbanas, o estudo estabeleceu uma estrutura de simulação-otimização da captação de água para integrar modelo hidrológico e algoritmo de otimização. Os resultados apontaram a eficiência da complementariedade de técnicas, bem como sugere a necessidade de adaptação de acordo com as características locais.	green-gray-blue drainage system in urban inundation control. Journal of Hydrology , v. 609, p. 127725, 2022.	4. Multi objetivo 5. Otimização		
15	Com base num estudo realizado no Campus do Vale da UFRGS, o trabalho apresenta a Trama Verde Azul como ferramenta estruturadora para o planejamento da paisagem e ampliação do potencial resiliente do meio urbano. O estudo propõe um método para aplicação das estratégias de projetos de infraestrutura associadas à Trama Verde e Azul levando-se em conta os recursos do meio ambiente com possibilidades de aplicações em diferentes ambientes e escalas.	DREYER, A. L. R. Infraestrutura urbana da Trama Verde e Azul (TVA) aplicada ao caso do Campus do Vale da UFRGS. Porto Alegre: Dissertação de Mestrado em Planejamento Urbano e Regional , 2018. Disponível em: < http://hdl.handle.net/10183/187408 >.	1. Planejamento Espacial 2. Resiliência Urbana 3. Infraestrutura Urbana 4. Paisagem 5. Trama Verde Azul (TVA) 6. Estrutura de Trabalho (Framework) 7. Campus Universitário	Infraestrutura Verde-azul	Brasil

Com o objetivo de delinear vários conceitos a serem adotados nesta pesquisa foram elaborados ou adotados construtos existentes na literatura consolidada. Kerlinger (1980) indica que os construtos são conceitos com significado “construído” por um pesquisador que é adotado para um propósito específico (KERLINGER, 1980, p. 25). Os construtos foram delineados a partir das palavras-chave dos trabalhos analisados conforme Tabela 5.

Tabela 5- Conceitos construídos a partir das palavras-chave.

Construção de conceitos			
	Palavra-chave	Significado	Conceito adotado
1	Adaptação Climática	O processo de adaptação ao clima real ou esperado e os seus efeitos. Nos sistemas humanos, a adaptação visa moderar ou evitar danos ou explorar oportunidades benéficas. Em alguns sistemas naturais, a intervenção humana pode facilitar a adaptação ao clima esperado e aos seus efeitos (IPCC, 2014, p. 5).	Processo de adaptação ao clima real ou esperado e os seus efeitos com o objetivo de evitar danos aos seres humanos, a fauna e a flora.
2	Áreas Protegidas	Principal instrumento para a conservação da biodiversidade (BENSUSAN, 2006, p. 12)	Principal instrumento para a conservação da biodiversidade.
3	Áreas Verdes	Local onde há o predomínio de vegetação arbórea, englobando as praças, os jardins públicos e os parques urbanos. Os canteiros centrais de avenidas e os trevos e rotatórias de vias públicas que exercem funções estéticas e ecológicas. Entretanto, as árvores que acompanham o leito das vias públicas não devem ser consideradas como tal, pois as calçadas são impermeabilizadas (LOBODA e DE ANGELIS, 2005).	Local onde há o predomínio de vegetação arbórea, englobando as praças, os jardins públicos, os parques urbanos, canteiros centrais de avenidas e os trevos e rotatórias de vias públicas.
4	Análise Geoespacial	A análise geoespacial permite representar os fenômenos ambientais e antrópicos, e assim, compreender suas interações nos processos de ocupação e transformação do espaço (MARQUES, SILVA e CAMARGO, 2017).	Estudo dos fenômenos ambientais e suas interações nos processos de ocupação e transformação do espaço.
5	Análise Multivariada	Todas as técnicas estatísticas que simultaneamente analisam múltiplas medidas sobre indivíduos ou objetos de investigação (HAIR <i>et al.</i> , 2009).	Todas as técnicas estatísticas que simultaneamente analisam múltiplas medidas sobre indivíduos ou objetos de investigação.
6	Bem-Estar	A saúde é um estado de completo bem-estar físico, mental e social e não consiste apenas na ausência de doença ou de enfermidade (OMS, 1946).	Estado de completo bem-estar físico, mental e social, e não consiste apenas na ausência de doença ou de enfermidade.
7	Biodiversidade	Variabilidade dos organismos vivos de todas as origens, abrangendo os	Variabilidade dos organismos vivos de todas as origens, abrangendo os

		ecossistemas terrestres, marinhos, e outros ecossistemas aquáticos, incluindo seus complexos; e compreendendo a diversidade dentro de espécies, entre espécies e de ecossistemas BRASIL, 2002b, p. 30.	ecossistemas terrestres, marinhos, e outros ecossistemas aquáticos, incluindo seus complexos; e compreendendo a diversidade dentro de espécies, entre espécies e de ecossistemas
8	Biodiversidade Urbana	Diferentes aspetos da biodiversidade nativa encontrada na cidade, como está conservada e quais as ameaças à biodiversidade nativa, tais como a avaliação de espécies invasoras (ROCHA, 2018).	Diferentes aspetos da biodiversidade encontrada na cidade, o estado de conservação e demais riscos existentes.
9	Cartografia	Prática de pesquisa que produz e estuda mapas para representação do mundo, cuja prática requer conhecimento multivariado e sensibilidade para compreender a dinâmica mutante do espaço no qual o cartógrafo está inserido (COSTA, 2014).	Prática de pesquisa que produz e estuda mapas para representação do mundo, cuja prática requer conhecimento multivariado e sensibilidade para compreender a dinâmica mutante do espaço no qual o cartógrafo está inserido.
10	Conectividade Paisagística	A conectividade da paisagem pode ser entendida como o grau de facilidade ou dificuldade que essa imprime na movimentação da fauna, dispersão da flora (incluindo sementes e propágulos), de matéria e energia (AQUINO, 2014).	A conectividade paisagística pode ser entendida como o grau de facilidade ou dificuldade que essa imprime na movimentação da fauna, dispersão da flora (incluindo sementes e propágulos), de matéria e energia.
11	Conservação da Natureza	O conjunto das medidas necessárias para manter ou restabelecer os habitats naturais e as populações de espécies da fauna e da flora selvagens num estado favorável (CONSELHO DA EUROPA, 1992, p. 7-50)	O conjunto das medidas necessárias para manter ou restabelecer os habitats naturais e as populações de espécies da fauna e da flora selvagens.
12	Corredores Ecológicos	Porções de ecossistemas naturais ou seminaturais, ligando unidades de conservação, que possibilitam entre elas o fluxo de genes e o movimento da biota, facilitando a dispersão de espécies e a recolonização de áreas degradadas, bem como a manutenção de populações que demandam para sua sobrevivência áreas com extensão maior do que aquela das unidades individuais BRASIL, 2000b	Porções de ecossistemas naturais ou seminaturais, ligando unidades de conservação, que possibilitam entre elas o fluxo de genes e o movimento da biota, facilitando a dispersão de espécies e a recolonização de áreas degradadas, bem como a manutenção de populações que demandam para sua sobrevivência áreas com extensão maior do que aquela das unidades individuais.
13	Cursos de Água	Corrente líquida resultante da concentração do lençol de água em um vale. Um curso de água pode, em toda sua extensão, ser dividido em três partes: 1- curso superior; 2- curso médio; e 3- curso inferior (GUERRA e GUERRA, 2001)	Corrente líquida resultante da concentração do lençol de água em um vale dividido em: curso superior, curso médio e curso inferior.
14	Espaço Azul Urbano	Presença de água no espaço urbano (VÖLKER e KISTEMANN, 2015)	Presença de água no espaço urbano
15	Espaço Verde Urbano	Presença de vegetação no espaço urbano (VÖLKER e KISTEMANN, 2015)	Presença de vegetação no espaço urbano
16	Fragmentação	O processo pelo qual uma área continua de habitat é reduzida em tamanho, e dividida em dois ou mais fragmentos separados por um entorno	O processo pelo qual uma área continua de habitat é reduzida em tamanho, e dividida em dois ou mais fragmentos separados por um entorno

		ou matriz de habitats diferentes do original (FORERO-MEDINA e VIEIRA, 2007)	ou matriz de habitats diferentes do original.
17	Geociências	Conjunto das Ciências que estudam a Terra, seus vários compartimentos, materiais, processos e, principalmente, sua evolução histórica, desde a origem do Sistema Solar, e até mesmo a comparação com outros corpos do sistema solar ou fora dele (DE TOLEDO, 2005).	Conjunto das Ciências que estudam a Terra, seus vários compartimentos, materiais, processos e, principalmente, sua evolução histórica, desde a origem do Sistema Solar, e até mesmo a comparação com outros corpos do sistema solar ou fora dele.
18	Governança Colaborativa	Forma de governança pela qual a colaboração é o principal mecanismo de envolvimento entre as organizações, públicas ou privadas, equilibrando os diferentes interesses dos atores envolvidos (BODIN, 2017).	Forma de governança pela qual a colaboração é o principal mecanismo de envolvimento entre as organizações, públicas ou privadas, equilibrando os diferentes interesses dos atores envolvidos
19	Henri Lefebvre	Filósofo e sociólogo francês (1901-1991) cuja obra reavalia, a partir do materialismo histórico e dialético, o papel do espaço nas dinâmicas sociais, fortemente influenciado pelas temporalidades adjacentes ao Capitalismo (FERNANDES, 2022).	Filósofo e sociólogo francês (1901-1991) cuja obra reavalia, a partir do materialismo histórico e dialético, o papel do espaço nas dinâmicas sociais, fortemente influenciado pelas temporalidades adjacentes ao Capitalismo.
20	Infraestrutura Urbana	Conjunto de serviços de base indispensáveis em uma cidade ou sociedade, tais como o abastecimento e a distribuição de água, gás, energia elétrica, rede telefônica, serviços básicos de saneamento e de transporte público (MICHAELIS, 1998)	Conjunto de serviços de base indispensáveis em uma cidade ou sociedade, tais como o abastecimento e a distribuição de água, gás, energia elétrica, rede telefônica, serviços básicos de saneamento e de transporte público.
21	Infraestrutura Verde-Azul	Complemento ou uma reposição à tradicional infraestrutura cinza (sistemas convencionais de drenagem, esgotos, vias pavimentadas, entre outros) em grande parte devido a seu potencial de melhora da resiliência para o ambiente natural e social (MEEROW e NEWELL, 2017)	Complemento ou uma reposição à infraestrutura cinza tradicional (sistemas convencionais de drenagem de águas de chuvas, esgoto cloacal, pavimentação de vias, energia, resíduos, entre outros) integrada ao ambiente natural e social.
22	Integração Política	Alinhamento e agrupamento de metas e instrumentos de políticas existentes em todos os setores de políticas (WILLEMS, KUITERT e VAN BUUREN, 2022).	Alinhamento e agrupamento de metas e instrumentos de políticas existentes em todos os setores de políticas públicas e setoriais.
23	Inundação Urbana	As inundações urbanas ocorrem, principalmente, pelo processo natural no qual rios, córregos e canais urbanos transbordam para o seu leito maior, devido ao aumento súbito ou gradual da vazão da água no leito menor (TUCCI, 2012).	Processo natural no qual rios, córregos e canais urbanos transbordam para o seu leito maior, devido ao aumento súbito ou gradual da vazão da água no leito menor.
24	Laboratório de Convivência Urbana (Urban Living Labs)	São laboratórios de experimentação de intervenções no espaço urbano implementados de forma colaborativa entre cidadãos, empresas, pesquisadores, academia e o setor	Laboratórios de experimentação de intervenções no espaço urbano implementados de forma colaborativa entre cidadãos, empresas, pesquisadores, academia e o setor

		público a fim de tornar as cidades mais adaptadas às necessidades dos cidadãos (BULKELEY <i>et al.</i> , 2016).	público a fim de tornar as cidades mais adaptadas às necessidades dos cidadãos.
25	Metodologia	Método é o conjunto das atividades sistemáticas e racionais que, com maior segurança e economia, permite alcançar o objetivo de produzir conhecimentos válidos e verdadeiros, traçando o caminho a ser seguido, detectando erros e auxiliando as decisões do cientista (MARCONI e LAKATOS, 2017, p. 91).	Estruturação do conjunto das atividades sistemáticas e racionais para produzir conhecimentos válidos e verdadeiros.
26	Mudanças Climática	Mudança do clima que possa ser direta ou indiretamente atribuída à atividade humana que altere a composição da atmosfera mundial e que se some àquela provocada pela variabilidade climática natural observada ao longo de períodos comparáveis (BRASIL, 2009)	Mudança do clima que possa ser direta ou indiretamente atribuída à atividade humana que altere a composição da atmosfera mundial e que se some àquela provocada pela variabilidade climática natural observada ao longo de períodos comparáveis
27	Paisagem	Uma área de terra heterogênea composta de um agrupamento de ecossistemas interativos que se repete de forma similar pela área (PEREIRA <i>et al.</i> , 2001).	Uma área de terra heterogênea composta de um agrupamento de ecossistemas interativos que se repete de forma similar pela área.
28	Paisagem Cultural	Paisagem Cultural Brasileira é uma porção peculiar do território nacional, representativa do processo de interação do homem com o meio natural, à qual a vida e a ciência humana imprimiram marcas ou atribuíram valores (IPHAN, 2009).	Paisagem Cultural é uma porção peculiar do território nacional, representativa do processo de interação do homem com o meio natural, à qual a vida e a ciência humana imprimiram marcas ou atribuíram valores.
29	Paisagens Terapêuticas	Espaços que alcançam uma reputação duradoura por promoverem cura física, mental e espiritual. Os fatores que contribuem para esta reputação sofrem uma profunda variação ao longo do espaço e do tempo, mas parecem persistir alguns traços comuns. Estes traços incluem algumas características naturais como magníficos “cenários”, água, árvores, construções humanas tais como templos curativos e estâncias termais e balneares; contribuem para o senso de lugar, sentimentos calorosos, identidade, pertencimento ou autenticidade; traços simbólicos como mitos curativos; a incorporação de familiaridade, rotinas diárias no processo de tratamento; sensibilidade para com crenças culturais; e uma forte atmosfera onde as distâncias sociais e as desigualdades são reduzidas ao mínimo (KEARNS e GESLER, 1998, p. 8).	Espaços que proporcionam bem-estar físico, mental e espiritual proporcionado por composições paisagísticas com a presença da água, vegetação, composições arquitetônicas, locais que disponham de sensibilidade para com crenças culturais e atmosfera onde as distâncias sociais e as desigualdades são reduzidas ao mínimo.
30	Planejamento Ambiental	Processo contínuo que envolve coleta, organização e análise sistematizada das informações, por meio de procedimentos e métodos, para se	Processo contínuo que envolve coleta, organização e análise sistematizada das informações, por meio de procedimentos e métodos, para se

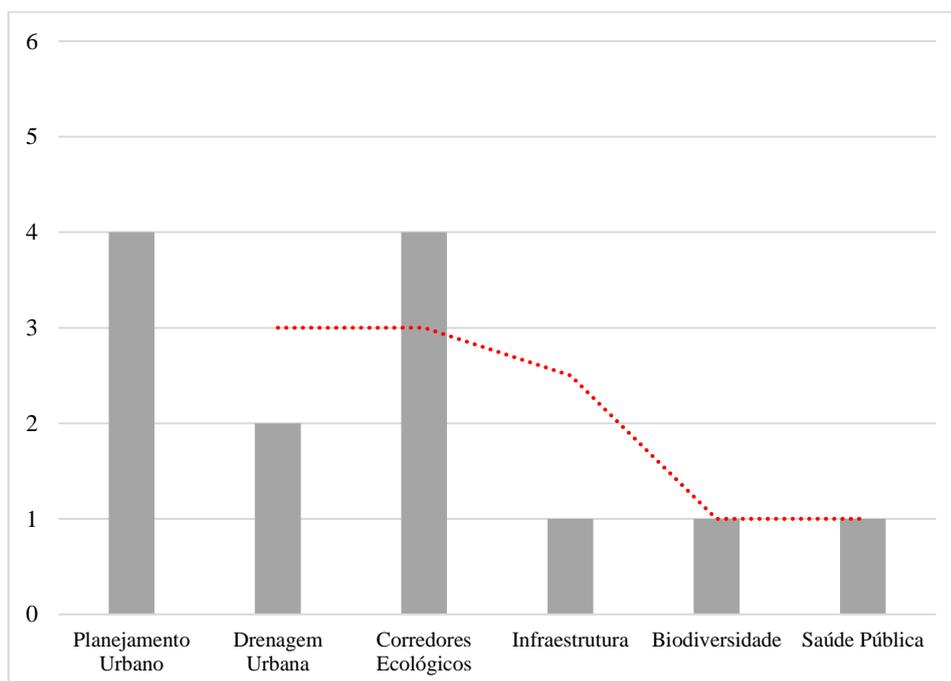
		chegar a decisões ou escolhas acerca das melhores alternativas para o aproveitamento dos recursos disponíveis em função de suas potencialidades, e com a finalidade de atingir metas específicas no futuro, tanto em relação a recursos naturais quanto à sociedade (SILVA e SANTOS, 2004)	chegar a decisões ou escolhas acerca das melhores alternativas para o aproveitamento dos recursos disponíveis em função de suas potencialidades, e com a finalidade de atingir metas específicas no futuro, tanto em relação a recursos naturais quanto à sociedade.
31	Planejamento Espacial	Estruturação das ações a serem implementadas em termos metodológicos referentes ao espaço, território e políticas aliadas às de planejamento, gestão e desenvolvimento (FITZ, 2008).	Estruturação das ações a serem implementadas em termos metodológicos referentes ao espaço, território e políticas aliadas às de planejamento, gestão e desenvolvimento.
32	Planejamento Urbano	Campo de conhecimento do espaço urbano e regional que depende de uma soma de saberes e métodos, aportados por profissionais de diferentes disciplinas e/ou práticas (LACERDA, 2013)	Campo de conhecimento e práticas multidisciplinares do espaço urbano e regional.
33	Planejamento Urbano Sustentável	O planejamento que incorpora, na definição dos padrões de uso e ocupação do solo, além da dimensão social, a dimensão ambiental (BARBOSA, 2010, p. 10)	O planejamento que incorpora, na definição dos padrões de uso e ocupação do solo, além da dimensão social, a dimensão ambiental.
34	Passagem da Fauna	Estruturas que aumentam a permeabilidade da paisagem e possibilitem a movimentação da fauna silvestre entre fragmentos de habitat, a dispersão, o fluxo genético e promove a viabilidade de populações (CORLATTI, HACKLANDER e FREY-ROOS, 2009)	Estruturas que aumentam a permeabilidade da paisagem e possibilitem a movimentação da fauna silvestre entre fragmentos de habitat, a dispersão, o fluxo genético e promove a viabilidade de sobrevivência de espécies da fauna.
35	Redes Ecológicas	Políticas públicas de conservação e restauração de corredores ecológicos em diferentes escalas territoriais (municípios, estados, país) integrados numa estratégia global da conservação e ligação dos habitats (SÉTRA, 2006).	Políticas públicas de conservação e restauração de corredores ecológicos em diferentes escalas territoriais (municípios, estados, país) integrados numa estratégia global da conservação e ligação dos habitats.
36	Requalificação	Termo utilizado para indicar a modernização de antigas rodovias e eliminar interrupções de corredores ecológicos (CARSIGNOL, 2012)	Termo utilizado para indicar a modernização de antigas rodovias e eliminar interrupções de corredores ecológicos.
37	Resiliência Urbana	Processo de ajuste que permite recuperar uma situação de equilíbrio interrompida por algum acontecimento externo de caráter anômalo (MÉNDEZ, 2012).	Processo de ajuste que permite recuperar uma situação de equilíbrio interrompida por algum acontecimento externo de caráter anômalo.
38	Reservatórios de Biodiversidade	São espaços naturais isolados integrados numa “rede ecológica” através dos corredores que as ligam (AMSALLEM, DESHAYES e BONNEVIALLE, 2010).	São espaços naturais isolados integrados numa “rede ecológica” através dos corredores que as ligam.
39	Saúde Salutogênica	Teoria baseada nas pesquisas de Aaron Antonovsky (1923-1994) que desenvolveu o conceito de que ter saúde é muito mais do que não ser	Ter um estilo de vida que resiste aos fatores estressantes da rotina cotidiana.

		portador de patogenias, mas ter um estilo de vida que resiste aos fatores estressantes da vida humana. (OLIVEIRA e COSTA, 2012).	
40	Serviços Ecosistêmicos	Serviços ecossistêmicos são os benefícios que o homem obtém dos ecossistemas (ASSESSMENT, 2005, p. 10).	Serviços ecossistêmico são os benefícios que o homem obtém dos ecossistemas.
41	Sistemas de Drenagem Urbana Sustentável	Drenagem realizada através do controle térmico pela evapotranspiração controlada das áreas verdes, corpos de água, ocupação do solo (sombreamento e infiltração), manejo dos fluxos de água, armazenamentos superficiais de água, proporcionando bem-estar aos seres humanos e animais (SILVEIRA, 2018).	Drenagem realizada através do controle térmico pela evapotranspiração controlada das áreas verdes, corpos de água, ocupação do solo (sombreamento e infiltração), manejo dos fluxos de água, armazenamentos superficiais de água, proporcionando bem-estar aos seres humanos e animais
42	Sistema Integrado de Drenagem Verde-Cinza-Azul	Sistema de drenagem urbana composto pela integração das áreas verdes e áreas de amortecimento de corpos de água com obras de engenharia convencionais (WANG <i>et al.</i> , 2022).	Sistema de drenagem urbana composto pela integração das áreas verdes e áreas de amortecimento de corpos de água com obras de engenharia convencionais.
43	Território	Apropriação biológica de uma área que se torna exclusiva de determinados membros de uma espécie, a partir da delimitação de uma fronteira (BONNEMAISON, 1981).	Apropriação biológica de uma área que se torna exclusiva de determinados membros de uma espécie, a partir da delimitação de uma fronteira.
44	Trama Verde-Azul	Trama composta por três elementos: reservatórios de biodiversidade, corredores ecológicos em ambientes terrestres e úmidos, bem como os cursos de água (AMSALLEM, DESHAYES e BONNEVIALLE, 2010).	Trama composta por três elementos: reservatórios de biodiversidade, corredores ecológicos em ambientes terrestres e úmidos, bem como os cursos de água.
45	Urbanismo Sustentável	O urbanismo que respeite a diversidade de usos, funções, as escalas de apropriação do espaço, a identidade cultural, as especificidades locais, o sentido de comunidade, o ambiente e a otimização energética em conformidade com as condicionantes geográficas, ambientais locais e regionais (SILVA e ROMERO, 2010).	O urbanismo que respeite a diversidade de usos, funções, as escalas de apropriação do espaço, a identidade cultural, as especificidades locais, o sentido de comunidade, o ambiente e a otimização energética em conformidade com as condicionantes geográficas, ambientais locais e regionais.
46	Uso do solo	Normas relativas a densificação, regime de atividades, dispositivos de controle das edificações e parcelamento do solo, que configuram o regime urbanístico (PORTO ALEGRE, 1999).	Normas relativas a densificação, regime de atividades, dispositivos de controle das edificações e parcelamento do solo, que configuram o regime urbanístico.

47	Utopia	Potencial de apropriação da natureza presentes nas contradições inerentes às áreas verdes, áreas protegidas e à proposta da trama verde e azul (EUCLYDES, 2016).	Potencial de apropriação da natureza presentes nas contradições inerentes às áreas verdes, áreas protegidas e à proposta da trama verde e azul.
48	Vegetação Urbana	Categoria de espaço livre urbana composta por vegetação arbórea e arbustiva (inclusive pelas árvores das vias públicas, desde que estas atinjam um raio de influência que as capacite a exercer as funções de uma área verde), com solo livre de edificações ou coberturas impermeabilizantes (em pelo menos 70% da área), de acesso público ou não, e que exerçam minimamente as funções ecológicas (aumento do conforto térmico, controle da poluição do ar e acústica, interceptação das águas das chuvas, e abrigo à fauna), estéticas (valorização visual e ornamental do ambiente e diversificação da paisagem construída) e de lazer (recreação) (BARGOS e MATIAS, 2011).	Categoria de espaço livre urbana composta por vegetação arbórea e arbustiva de acesso público ou não, e que exerçam as funções ecológicas (aumento do conforto térmico, controle da poluição do ar, acústica, interceptação das águas das chuvas, e abrigo à fauna), estéticas (valorização visual e ornamental do ambiente e diversificação da paisagem construída) e de lazer (recreação).

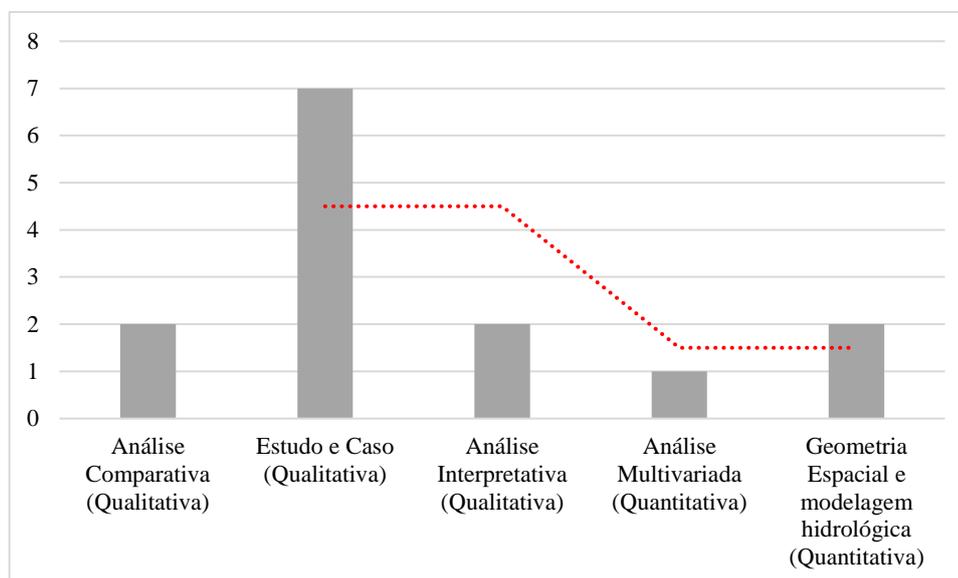
Na literatura analisada predominaram os temas relacionados ao planejamento urbano e os corredores ecológicos através dos estudos de caso de abordagem qualitativa conforme indicado nas Figuras 10 e 11.

Figura 10 - Temas abordados na literatura Trama Verde-Azul analisada



Fonte: Feito pelo autor.

Figura 11 - Metodologia adotada nos trabalhos com enfoque Verde-Azul.



Fonte: Feito pelo autor.

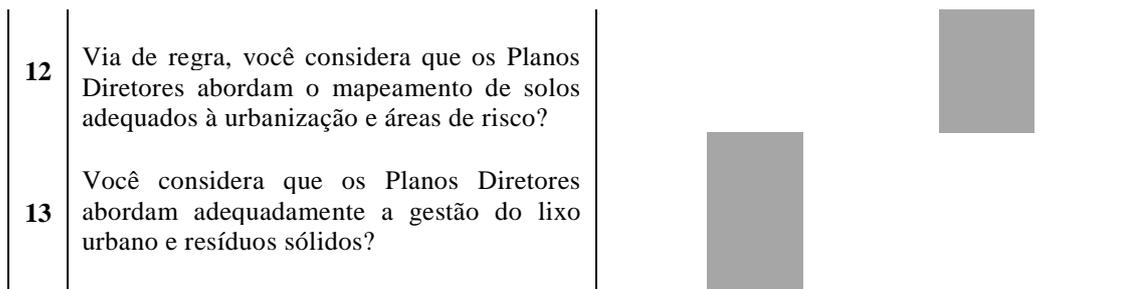
Questionário

O questionário aplicado com base na amostragem “bola de neve” alcançou dezenove respondentes dos estados de Mato Grosso, São Paulo e do Rio Grande do Sul e 100% aceitaram participar da pesquisa. Estes são profissionais das áreas de Arquitetura e Urbanismo (31,6%), Engenharias (26,3%), Biologia (21,1%), Geografia (15,8%) e jornalismo (5,2%). No universo dos participantes, 52,6% já tinham ouvido falar do termo “Trama Verde-Azul” e 47,7% consideram forte a abrangência da legislação ambiental brasileira, entretanto, entendem que a mesma não tem contribuído satisfatoriamente na preservação do meio ambiente no Brasil. A primeira parte do questionário recebeu contribuições através de comentários constantes no Apêndice IV.

A segunda parte do questionário aborda a percepção da importância dos planos diretores com relação à gestão ambiental. As respostas são graduadas na escala de “muito fraco a muito forte” cujos resultados constam na tabela 6:

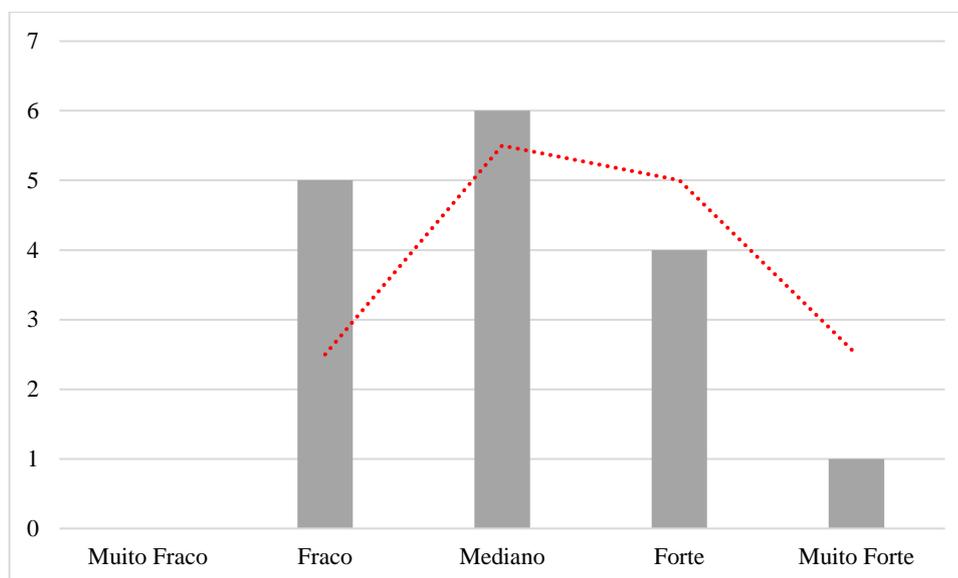
Tabela 6 - Escala de respostas referentes a contribuição dos Planos Diretores na Gestão Ambiental

	Questões	Muito Fraco	Fraco	Mediano	Forte	Muito Forte
1	Na sua opinião, qual o grau de influência dos Planos Diretores na proteção das áreas verdes privadas					
2	Qual o grau de influência dos Planos Diretores na proteção das áreas verdes públicas					
3	Qual o nível de contribuição dos Planos Diretores na proteção das Áreas de Preservação Permanente (APP)					
4	Qual o nível de contribuição dos Planos Diretores na arborização urbana com espécies nativas					
5	Qual o nível de contribuição dos Planos Diretores no mapeamento dos corredores ecológicos					
6	Qual o nível de contribuição dos Planos Diretores para monitoramento sobre a riqueza de espécies em pontos específicos do território do município.					
7	Qual o nível de contribuição dos Planos Diretores na disponibilização de áreas adequadas para habitação de interesse social.					
8	Qual o nível de contribuição dos Planos Diretores a fim de proporcionar estratégias adequadas de mobilidade ativa como ciclovias, rotas de pedestres e demais infraestrutura de suporte para destes modais.					
9	Qual o nível de contribuição dos Planos Diretores a fim de proporcionar instrumentos de enfrentamento às mudanças climáticas como o estímulo ao uso da energia solar ou outras fontes renováveis de geração local.					
10	Os Planos Diretores têm atuado eficientemente no direcionamento da tendência de crescimento urbano nas cidades brasileiras e proteção das áreas de interesse ambiental?					
11	Os Planos Diretores contribuem eficientemente na drenagem urbana sustentável através do estímulo à implantação de <i>wetlands</i> , telhados verdes, bacias de amortecimento, entre outras técnicas de retenção das águas pluviais?					



O gráfico da figura 12 se refere a segunda parte do questionário referente a percepção dos entrevistados com relação à eficácia dos planos diretores como instrumento de auxílio na gestão ambiental. Esta etapa recebeu contribuições através de comentários constantes no Apêndice V.

Figura 12 - A percepção dos entrevistados da influência dos Planos Diretores na Gestão Ambiental.



Fonte: Feito pelo autor.

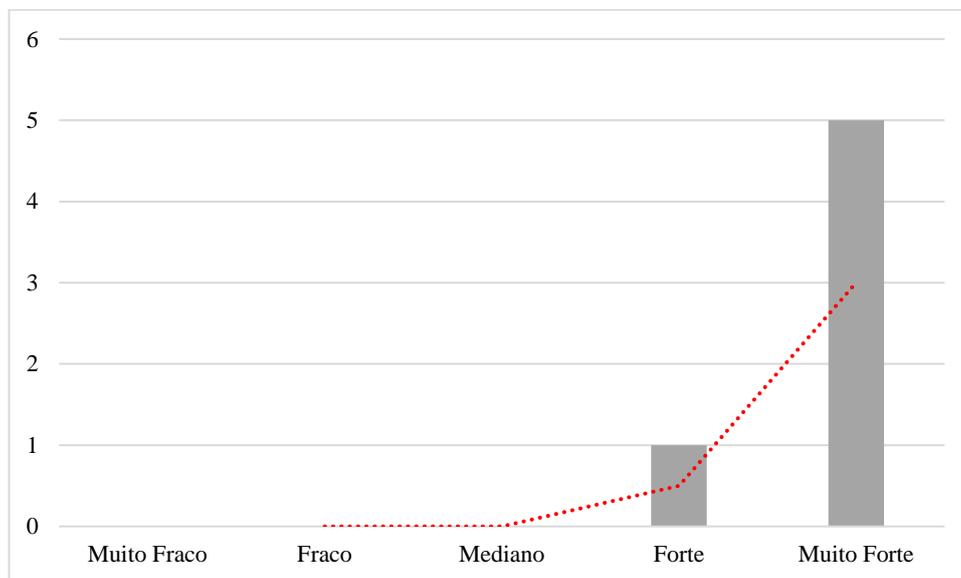
A terceira parte da entrevista abordou os aspectos que podem contribuir na estruturação de uma Trama Verde-Azul. Algumas perguntas também obtiveram respostas na escala de “muito fraco” a “muito forte” e outras respostas objetivas “sim” ou “não”. Os resultados constam na Tabela 7:

Tabela 7 – Contribuição de temas na estruturação de uma Trama Verde-Azul.

	Questões	Muito Fraco	Fraco	Mediano	Forte	Muito Forte
1	O grau de relacionamento do Tema Trama Verde-Azul com o urbanismo					
2	Na sua opinião, qual o nível de similaridade de uma Trama Verde-Azul e um corredor ecológico?					
3	Quando os franceses citam: “a infraestrutura Verde-Azul...” Você compreende que uma TVA pode estar relacionada a realização de intervenções no espaço (obras de infraestrutura como <i>wetlands</i> , etc....) compatíveis com a circulação de espécies?					
4	Qual o nível de importância que informações sobre os solos podem contribuir na composição de uma Trama Verde-Azul ou Corredor ecológico?					
5	Qual o nível de importância que o conhecimento da tendência da urbanização pode contribuir no estabelecimento de uma Trama Verde-Azul ou Corredor ecológico?					
6	Com base nas perguntas 22, 23, 24 e 25 qual o nível de importância que a sobreposição de dados sobre a temperatura média, riqueza de espécies, solos e a tendência de urbanização sobre as matas, campos e corpos d'água podem contribuir na composição de uma Trama Verde-Azul ou mapeamento de um Corredor ecológico?					

Na pergunta de múltipla escolha sobre os estratos de paisagem que devem estar associados a uma TVA ou Corredor ecológico, 89,5% responderam que estas devem compor um mosaico constituído por florestas, campos e ambientes aquáticos; 5,3% responderam que devem estar centralizados nos ambientes aquáticos e 5,3% deram como resposta os campos nativos. Nas perguntas objetivas, 94,7% responderam que a temperatura deve ser uma variável a ser incluída nos estudos sobre a TVA ou Corredores Ecológicos e 100% concordam que informações sobre a riqueza de espécies da fauna e flora no território pode contribuir na estruturação de uma Trama Verde-Azul ou Corredor ecológico. As respostas da terceira etapa de entrevistas estão sintetizadas na Figura 13, bem como receberam contribuições através de comentários constantes no Apêndice VI.

Figura 13 – Importância dos temas: urbanismo, corredores ecológicos, infraestrutura verde-azul, solos, tendência da urbanização, temperatura e biodiversidade para delimitação de uma Trama Verde-Azul.



Fonte: Feito pelo autor.

Observação Participante na revisão do PDDUA

Conforme diretriz do Estatuto da Cidade²³, o Plano Diretor é uma Lei Municipal obrigatória para cidade com mais de vinte mil habitantes, integrante de regiões metropolitanas ou aglomerações urbanas, que deve ser revisada a cada 10 anos (no máximo). O atual plano, instituído em 1999 (PORTO ALEGRE, 1999), teve sua primeira revisão (PORTO ALEGRE, 2010) em 2010 onde foram realizadas alterações pontuais. Em agosto de 2019 foi firmado um Memorando de Entendimento com o Programa das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos (ONU-Habitat) com o objetivo de obter cooperação técnica para auxílio no levantamento, organização de dados e na elaboração de uma proposta de projeto de Lei, apesar da atual revisão estar em fase de estudos desde 2016 (PORTO ALEGRE, 2023c).

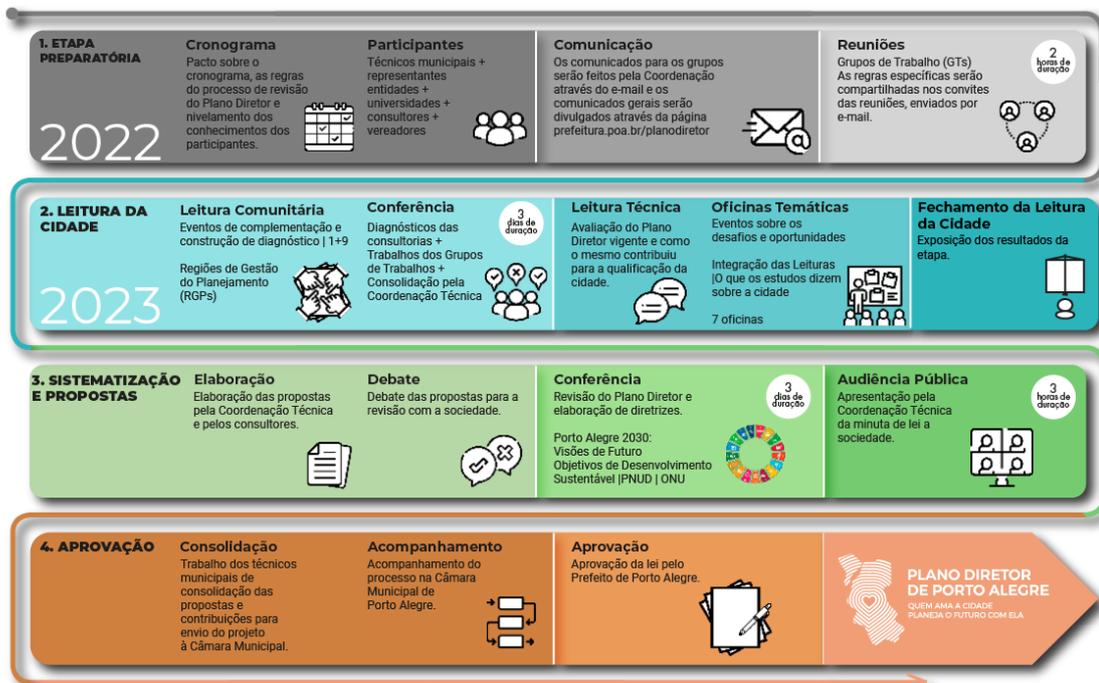
Nos meses de outubro e novembro de 2019 começaram as primeiras oficinas temáticas territoriais nas Regiões de Gestão do Planejamento (RGP)²⁴ e em dezembro do mesmo ano foi assinado o convênio com as Nações Unidas, denominado “*POA 2030, Inovadora, Integrada, Resiliente e Sustentável*”, com base nos princípios da *Nova Agenda Urbana* e dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU) (PORTO ALEGRE, 2023c).

²³ Artigo 41 (BRASIL, 2001).

²⁴ Artigo 43 (PORTO ALEGRE, 1999).

O processo de revisão ficou suspenso após a pandemia do *Coronavírus* no início de 2020, ocasião em que os trabalhos desenvolvidos foram de caráter administrativo para a sistematização e análise dos resultados das oficinas temáticas realizadas em 2019. Neste período foi instituída a Instrução Normativa 04/2021 em que foram definidos os objetivos e estrutura organizacional básica no âmbito da revisão. Em maio de 2022 foi instituído novo cronograma (Figura 14) que consolidou as contribuições dos Grupos de Trabalho, instituiu as etapas de participação da sociedade e a contratação de consultorias de apoio técnico (PORTO ALEGRE, 2023c).

Figura 14 - Etapas e eventos de Revisão do PDDUA nos anos de 2022 e 2023



Fonte: (PORTO ALEGRE, 2023c).

Um tema abordado no GT de “revisão do PDDUA” (realizado entre 06/09/2023 a 25/10/2023) foi a preocupação relacionada à possibilidade de flexibilização dos regimes urbanísticos para viabilização de novos empreendimentos induzindo a densificação e os danos ambientais dela decorrentes em áreas ambientalmente sensíveis. Um ponto destacado na discussão foi a possibilidade de densificação no que foi denominado pela Consultoria como “anel central de transição”, localizado no centro do município, entre a zonas sul e norte.

Este anel abrange os bairros Glória, Cascata, Restinga, Lomba do Pinheiro, Belém Velho e outros na mesma região; Hasenack (2008) indica que a região se localiza nas maiores altitudes de Porto Alegre e é caracterizada pela presença de matações e áreas íngremes, na qual

os climas são mais amenos e estão contidas nascentes dos principais arroios da cidade, cujo principal impacto ambiental no local é decorrente das ocupações irregulares em áreas de riscos por deslizamentos (HASENACK e al, 2008, p. 77).

Foi colocado que a expansão urbana nestes bairros tem provocado a impermeabilização do solo, principalmente pelos novos empreendimentos e condomínios na zona sul que foram identificados como indutores de ocupação. Este processo tem ocasionado o isolamento das áreas verdes com o consequente aumento da temperatura através do fenômeno das “ilhas de calor”. Também foram apontadas as alterações que ocorrem nos bairros Santana, Santa Cecília, Cidade Baixa e Rio Branco que estão se renovando e passando pelo processo de “gentrificação”, com a consequente mudança no perfil socioeconômico dos moradores.

Nas oficinas dos dias 07, 08 e 09 de março de 2023 do grupo de trabalho “Ambiente Natural”, um dos eixos de discussão foram os “corredores ecológicos”, onde foi destacado que estes corredores devem estar interligados às Unidades de Conservação e inseridos no Plano Diretor através dos gravames, inclusive nos bairros mais urbanizados com estratégia específica para estes locais. Foi apontado que os gravames são instrumentos essenciais para a preservação destes espaços, sendo lembrado que o PDDUA caracteriza as áreas verdes (públicas e privadas) e Áreas de Preservação Permanente (APP) como “corredor ecológico”. Também merece destaque a importância dos recursos hídricos, do solo, do equilíbrio do clima e da paisagem como elementos estruturadores destes corredores. As oficinas indicaram que os corredores nos bairros mais urbanizados podem ser viabilizados através da arborização de vias, praças e parques, bem como de Áreas de Preservação Permanente que são corredores naturais.

As Unidades de Conservação existentes²⁵ são consideradas espaços estruturantes da biodiversidade no município que devem ter regras e restrições de uso do entorno regulamentadas como instrumentos de auxílio na preservação destes espaços. As oficinas indicaram a percepção de uma avaliação positiva sobre as unidades de conservação e os corredores ecológicos. Estes instrumentos obtiveram maior espaço nos processos de licenciamento ambiental, entretanto, houve manifestações de receio quanto a possíveis retrocessos, flexibilização e desregulamentação do regramento existente. No encontro também foi citada a necessidade de compreender as peculiaridades dos biomas Pampa e Mata Atlântica, inclusive com a instituição do *Refúgio de Vida Silvestre da UFRGS* no Morro Santana nesta revisão do Plano.

²⁵ Morro do Osso, Parque Saint Hilaire, Refúgio de Vida Silvestre São Pedro e Reserva Biológica do Lami José Lutzenberg.

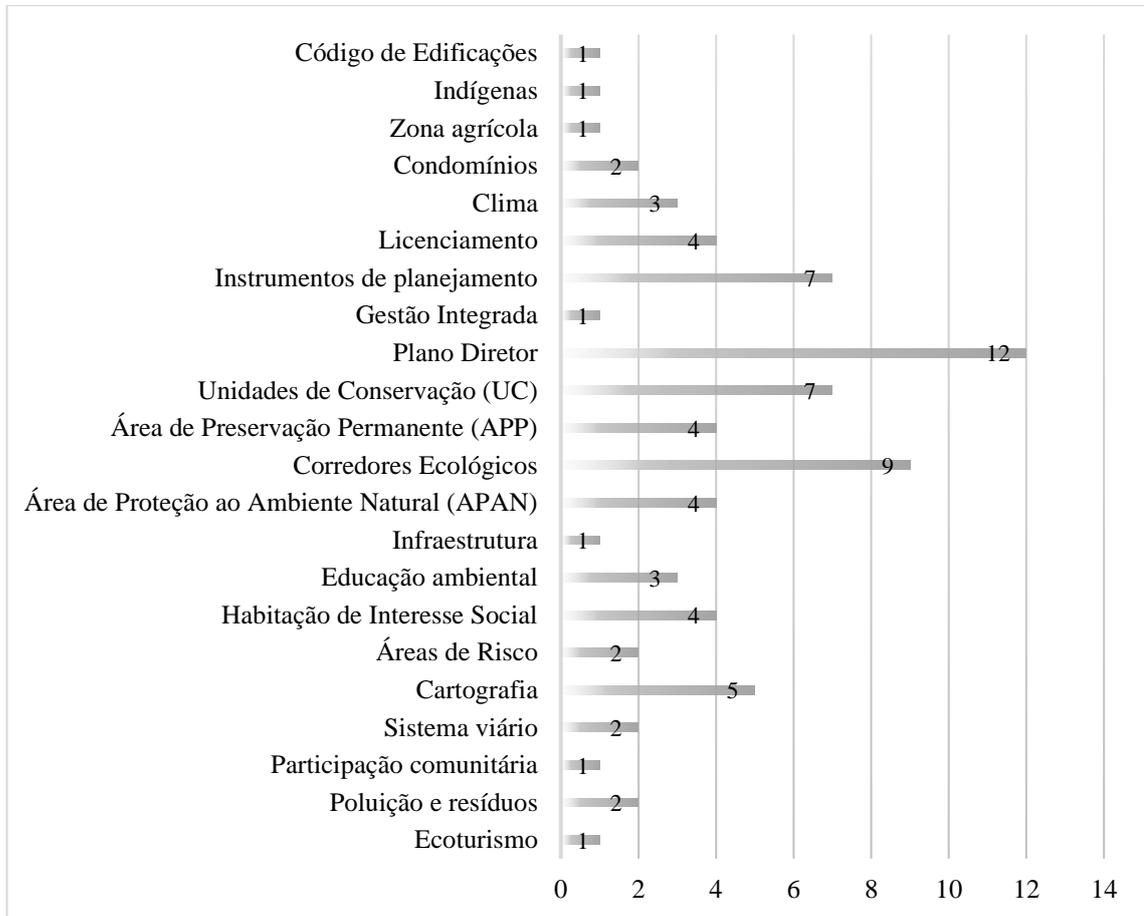
As Áreas de Proteção do Ambiente Natural (APAN) foram consideradas um instrumento importante do PDDUA que devem ser mantidas devido à qualidade ambiental que proporcionam. As APAN são gravames em imóveis particulares que devem integrar o sistema de espaços abertos, parques, percursos paisagísticos, os bairros de interesse cultural e os patrimônios culturais. Nesta direção, há a necessidade de consolidação e aplicação do benefício de redução do IPTU²⁶ na preservação de áreas verdes particulares (Imposto Ecológico), a averbação dos gravames das áreas verdes e dos corredores ecológicos no Registro de Imóveis, bem como orientações de como participar no “mercado de carbono”.

Estes instrumentos de planejamento carecem de regulamentação e ainda encontram resistências na administração pública, inclusive existe dificuldade na obtenção de dados e arquivos produzidos pela Prefeitura de Porto Alegre. A tendência atual de desregulamentação, redução dos espaços de participação comunitária, enfraquecimento das normas de licenciamento e o baixo investimento na infraestrutura dificulta a disponibilização de informações ao público em geral e pesquisadores.

Também houve discussões sobre a abrangência das políticas públicas que devem proporcionar o acesso às parcelas da população de menor faixa de renda aos bairros mais centralizados e providos de serviços urbanos. Também foram tratados em menor intensidade temas como: atualização do Código de Edificações, povos originários, zona agrícola, gestão integrada, educação ambiental, resíduos e ecoturismo. Os principais temas debatidos com a frequência que apareceram na discussão do PDDUA no eixo “Ambiente Natural” constam na Figura 15 e Tabela 8.

²⁶ Imposto Predial e Territorial Urbano

Figura 15- Temas discutidos no eixo “Ambiente Natural” na revisão do PDDUA.



Fonte: Feito pelo autor.

Tabela 8 - Principais tópicos abordados na Revisão do Plano Diretor.

Tema	Tópicos abordados
Condomínios	<ul style="list-style-type: none"> -Redução da vegetação. -Indução de infraestrutura e ocupação.
Clima	<ul style="list-style-type: none"> - Influência da redução da vegetação nas “ilhas de calor”.
Licenciamento	<ul style="list-style-type: none"> - Não considera a peculiaridade dos biomas. - Desregulamentação do Licenciamento.
Ferramentas de Planejamento	<ul style="list-style-type: none"> - IPTU Ecológico. - Servidões Ecológicas averbadas em matrícula do Registro de Imóveis. - Mercado de Carbono.
Plano Diretor	<ul style="list-style-type: none"> - Direcionar o crescimento para os bairros mais centralizados e consolidados. - Não incentivar a densificação do núcleo central e a zona sul do município. - Centralidades mais acessíveis às populações de menor faixa de renda. - Continuidade da dinâmica de planejamento após a aprovação do PDDUA.
Unidades de Conservação	<ul style="list-style-type: none"> - Regulamentar regras e restrições das Unidades de Conservação. - Incluir o Morro Santana como Unidade de Conservação. - Necessidade de novas UC no município. - Interligar as UC através dos “Corredores Ecológicos”.
Áreas de Preservação Permanente	<ul style="list-style-type: none"> - Importância de se manter as APP de “Topo de Morro”. - As APP são “Corredores Ecológicos” naturais.
Corredores ecológicos	<ul style="list-style-type: none"> - Devem estar ligados às UC. - Devem estar representados espacialmente nas Cartas do Plano Diretor. - Os corredores de interligação devem ser gravados independentemente do grau de urbanização dos bairros.
Áreas de Proteção do Ambiente Natural (APAN)	<ul style="list-style-type: none"> - São importantes no contexto do PDDUA em virtude da importância ambiental.
Planejamento Urbano	<ul style="list-style-type: none"> - A cidade deve ser analisada em três dimensões; - A cidade deve ser mais amigável com a fauna.
Cartografia	<ul style="list-style-type: none"> - Disponibilização de dados.
Abertura de vias	<ul style="list-style-type: none"> - O sistema viário induz a ocupação do solo e fragmentação dos ambientes naturais.
Participação Comunitária	<ul style="list-style-type: none"> - É carente a participação comunitária na gestão ambiental.
Infraestrutura	<ul style="list-style-type: none"> - Ainda há muita carga de esgoto cloacal na rede pluvial.

Síntese dos resultados obtidos na pesquisa bibliográfica, questionário e observação participante

Os principais temas tratados em cada etapa estão sintetizados na Tabela 9:

Tabela 9 - Síntese dos principais temas abordados na: Pesquisa Bibliográfica, Questionário e Observação Participante

	Pesquisa Bibliográfica	Questionário	Observação Participante
1	Diferença entre Infraestrutura e Trama Verde-Azul, nas qual as duas são interdependentes	Uma trama deve ser construída utilizando a Infraestrutura Verde-Azul	
2	A Infraestrutura Trama Verde-Azul pode estar integrada à infraestrutura convencional “cinza”		Ainda há muita carga de esgoto cloacal na rede puvial
3	Semelhança entre os corredores ecológicos e a TVA	Há um nível de similaridade forte de uma Trama Verde-Azul e um corredor ecológico	Corredores Ecológicos: 1) Importância de se manter as APP de “Topo de Morro”. (2) As APP são “Corredores Ecológicos” naturais. (3) Devem estar ligados às UC. (4) Devem estar representados espacialmente nas Cartas do Plano Diretor. (5) Os corredores de interligação devem ser gravados independentemente do grau de urbanização dos bairros.
4	A Trama pressupõe conectividade paisagística e deve estar integrada às Unidades de Conservação	Os Planos Diretores contribuem para a proteção das Áreas de Preservação Permanente e na arborização urbana com espécies nativas	Unidades de Conservação: (1) Regulamentar regras e restrições das Unidades de Conservação. (2) Incluir o Morro Santana como Unidade de Conservação; (3) Criar de novas UC no município. (4) Interligar as UC através dos “Corredores Ecológicos”.
5	Dificuldade de construção institucional da TVA com participação democrática		É carente a participação comunitária na gestão ambiental
6	Não há um método específico para estruturação de uma trama		
7			

	<p>A presença das áreas verdes e os corpos de água são importantes para o bem-estar físico e mental</p>		
8	<p>Os inventários e o conhecimento sobre a biodiversidade são importantes para a delimitação de uma Trama Verde-Azul</p>	<p>Uma trama pode ser delimitada a partir da sobreposição das camadas: solos, biodiversidade, temperatura e as classes da paisagem</p>	
9	<p>O Plano Diretor de Porto Alegre já dispõe de muitos instrumentos que podem compor uma TVA</p>		<p>A legislação já dispõe de instrumentos como a APAN, as UC, os corredores e IPTU ecológicos, entre outros</p>
10		<p>É muito forte o grau de relacionamento de uma TVA com o Plano Diretor</p>	<p>O PDDUA deve:</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) direcionar o crescimento para os bairros mais centralizados e consolidados. (2) não incentivar a densificação do núcleo central e a zona sul do município. (2) garantir centralidades mais acessíveis às populações de menor faixa de renda. (3) garantir continuidade da dinâmica de discussão do planejamento mesmo após a aprovação do PDDUA.
11		<p>Os Planos Diretores abordam o mapeamento de solos adequados à urbanização e áreas de risco</p>	
12		<p>Os Planos Diretores contribuem pouco para:</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) proteção das áreas verdes. (2) mapeamento dos corredores ecológicos. (3) monitoramento da fauna e flora. (4) disponibilização de Habitação de Interesse Social. (5) promover o transporte ativo. (6) direcionar o crescimento das cidades. (7) promover a drenagem urbana sustentável. 	<ol style="list-style-type: none"> (1) O sistema viário induz a ocupação do solo e fragmentação dos ambientes naturais. (2) Influência da redução da vegetação nas “ilhas de calor”. (3) O licenciamento não considera a peculiaridade dos biomas. (4) Desregulamentação do Licenciamento. (5) Os condomínios reduzem a vegetação e induzem a ocupação ao proporcionar a infraestrutura nos bairros. (6) A política urbana não consegue atender as demandas da Habitação de Interesse Social

2.4. Discussão

A Trama Verde Azul é uma ferramenta estruturadora da paisagem que apresenta potencial de resiliência urbana para qualificação das cidades, proporcionar paisagens terapêuticas, combater as mudanças climáticas e melhor qualidade de vida através dos espaços verde e azul urbanos (VÖLKER e KISTEMANN, 2015). A TVA tem potencial de desempenhar várias funções como: recreação, produção de alimentos, serviços ecossistêmicos, armazenamento e purificação de água, produção de biomassa, rotas agradáveis e seguras para circulação por modais ativos (ciclovias ou rotas de pedestres) ou o equilíbrio da temperatura urbana conforme demonstrado pela literatura e pelo questionário. As oficinas do PDDUA ainda indicaram o potencial de atividades como o ecoturismo através de trilhas guiadas nos morros de Porto Alegre ou a participação do mercado de carbono.

Com base na estrutura conceitual da disciplina Ecologia da Paisagem, Rubin (2023) propõe que uma Trama Verde-Azul deve ser incluída numa abordagem focada na movimentação das espécies cuja continuidade ecológica é feita através dos reservatórios de biodiversidade (áreas verdes) e corredores ecológicos (cursos d'água, corredores verdes, parques lineares e vias de circulação) (RUBIN, 2023). As Unidades de Conservação são importantes áreas protegidas previstas na legislação brasileira através do SNUC que define os corredores ecológicos como:

“Porções de ecossistemas naturais ou seminaturais, ligando unidades de conservação, que possibilitam entre elas o fluxo de genes e o movimento da biota, facilitando a dispersão de espécies e a recolonização de áreas degradadas, bem como a manutenção de populações que demandam para sua sobrevivência áreas com extensão maior do que aquela das unidades individuais”.

Para que exista um corredor ecológico é necessário fluxo gênico que é caracterizado como qualquer movimento de migração que proporcione a transferência de genes de uma população para outra. Esta movimentação é importante para a variação genética e a identificação de restrições e de facilitadores para esta movimentação é fundamental para a evolução das espécies. As áreas agropastoris, por exemplo, são restritivas ao fluxo gênico e fragmentos de mata primária são facilitadoras do fluxo (ROCHA *et al.*, 2007).

A qualidade de vida de forma geral está relacionada não somente às características socioeconômicas de uma Sociedade, mas do modo como se relaciona com o meio ambiente. A segunda parte do questionário indica que a contribuição dos Planos Diretores na Gestão Ambiental é muito fraca como instrumento de estímulo à utilização de energia proveniente de fontes renováveis, controle de inundações e no controle de resíduos. Os respondentes consideram mediana a capacidade dos planos diretores com relação proteção as áreas verdes, corredores ecológicos, monitoramento da riqueza de espécies, mapeamento e proteção dos solos, bem como a disponibilização de moradia às populações de baixa renda. Consideram como forte ou muito forte a capacidade dos planos em estimular a arborização urbana com espécies nativas e a proteção das Áreas de Preservação Permanente.

O crescimento urbano tem provocado a redução das matrizes da paisagem natural original de Porto Alegre e a estratégia para a conservação das áreas naturais remanescentes pelo PDDUA são os gravames das Áreas de Proteção do Ambiente Natural (MEIRA *et al.*, 2024). A criação e manutenção das Unidades de Conservação são a estratégia mais eficiente para proteção dos recursos naturais a nível mundial (PORTO ALEGRE, 1999), sendo que o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável nº 15 da ONU²⁷ propõe como meta a proteção de 17% dos biomas terrestres. Entretanto, a cidade possui apenas 1,5% aproximadamente destes biomas protegidos. Além da criação e gerenciamento das UC, a criação dos gravames para proteção dos corredores ecológicos como canais de conectividade nas cidades é uma ferramenta fundamental de planejamento urbano que auxiliam na preservação destes espaços, em suporte à eventuais lacunas dos processos de licenciamento urbanístico e ambiental (MEIRA *et al.*, 2024). O artigo 27 da lei do SNUC determina a obrigatoriedade destas Unidades instituírem Planos de Manejo que devem prever os objetivos gerais e diretrizes de gerenciamento destes espaços. Estes documentos técnicos devem estabelecer o zoneamento, normas de uso, o manejo dos recursos naturais, bem como as estruturas físicas necessárias para a gestão da Unidade de Conservação.

O Plano Diretor de Porto Alegre define os Corredores Ecológicos²⁸ através das diretrizes das “Áreas de Proteção do Ambiente Natural”, admitindo sua proteção através de zoneamento, como:

²⁷ Organização das Nações Unidas

²⁸ § 5º do Artigo 88 (PORTO ALEGRE, 1999).

“Os Corredores Ecológicos são áreas remanescentes florestais, Unidades de Conservação, Reservas Particulares, Reservas Legais, Áreas de Preservação Permanente ou quaisquer outras áreas de florestas naturais que possibilitam o livre trânsito de animais e dispersão de sementes das espécies vegetais e o fluxo gênico entre as espécies da fauna e flora e a conservação da biodiversidade e garantia da conservação dos recursos hídricos do solo, do equilíbrio do clima e da paisagem, delimitados e instituídos por lei. (NR) (Incluído pela L.C. n° 646, de 22 de julho de 2010)”.

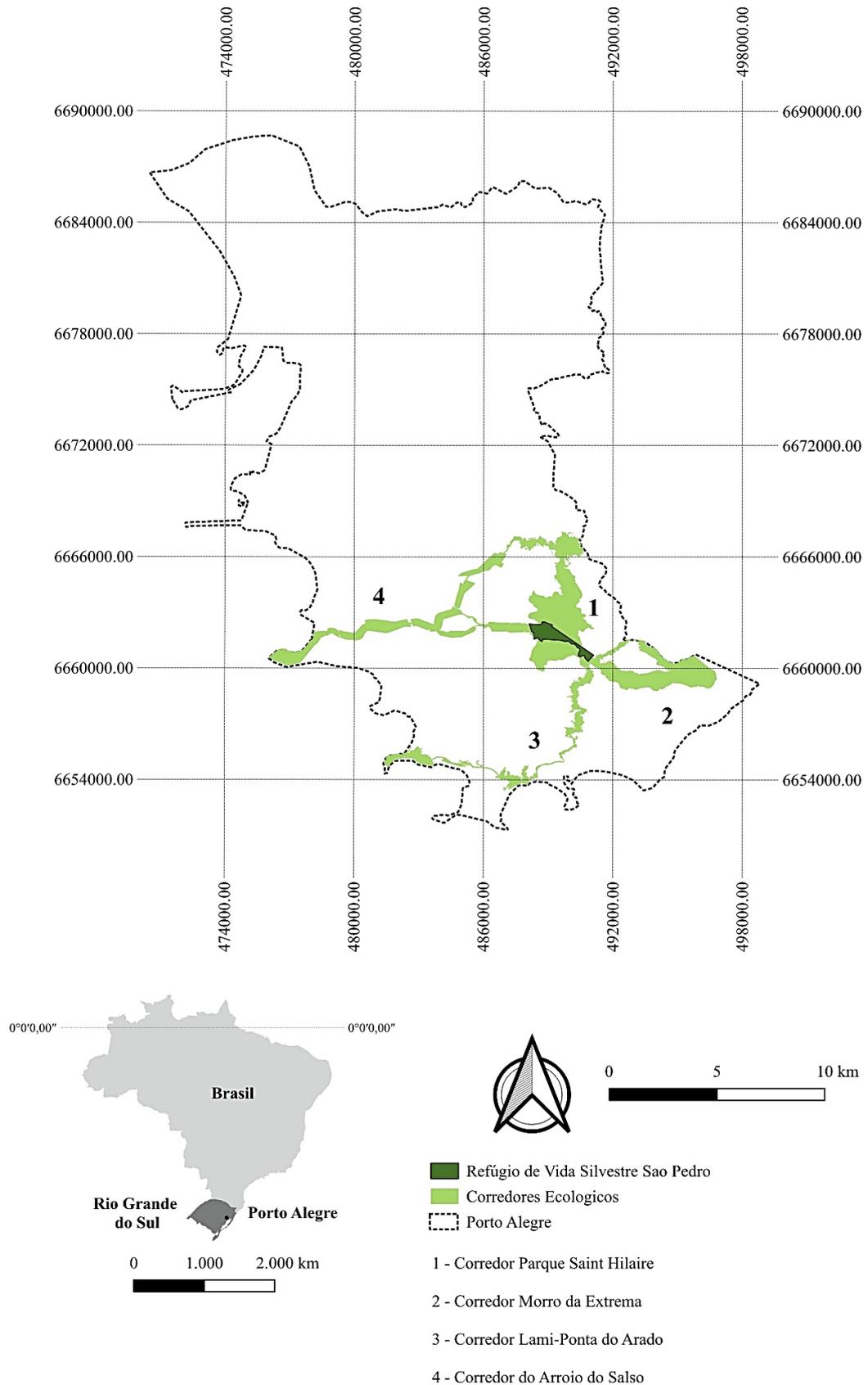
As quatro Unidade de Conservação de Porto Alegre possuem os Planos de Manejo (aprovados entre os anos de 2000 e 2017) e possuem boa qualidade ambiental no contexto da cidade. Entretanto, os bairros mais urbanizados de Porto Alegre não atendem o disposto na Resolução CONAMA n° 09²⁹ que preconiza a interligação destas UC por faixas de cobertura vegetal entre os remanescentes de áreas verdes que poderiam ser interligadas pelas matas ciliares por serem consideradas bons corredores ecológicos (BRASIL, 2015).

O município é réu numa ação civil pública (MPRS, 2015) para implantação de corredores ecológicos no território de Porto Alegre, sendo que os primeiros instituídos são os constantes no Plano de Manejo do Refúgio da Vida Silvestre São Pedro que delimitou quatro corredores ecológicos (Figura 16). O critério para sua demarcação destes corredores foi a necessidade de interligar locais com variedade de biodiversidade urbana, passagem de fauna e possibilidade de refúgio de espécies endêmicas e animais silvestres ameaçados de extinção (PORTO ALEGRE, 2017, p. 202-203). A definição destes corredores foi deliberada através de participação de técnicos e da sociedade civil em reuniões públicas, no qual foram delimitados quatro corredores (Figura 16):

1. Corredor Parque Saint Hilaire com 8,4 Km de extensão e 910,5 hectares no sentido norte-sul.
2. Corredor Morro da Extrema com 13 Km de extensão e 707,2 hectares no sentido do extremo sul.
3. Corredor Lami-Ponta do Arado com 17,6 Km de extensão e 445,5 hectares no extremo sul.
4. Corredor do Arroio do Salso com 22 Km de extensão e 935,67 hectares ao longo da APP do Arroio do Salso ligando o Parque Saint Hilaire até o bairro Ponta Grossa.

²⁹ A Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) n° 09 de 24/10/96 define Corredor Ecológico como: “Faixa de cobertura vegetal existente entre remanescentes de vegetação primária em estágio médio e avançado de regeneração, capaz de propiciar habitat ou servir de área de trânsito para a fauna residente nos remanescentes”.

Figura 16 - Corredor Ecológico do Refúgio da Vida Silvestre Vida Silvestre São Pedro



Fonte: (PORTO ALEGRE, 2017).

O receio de flexibilização do regime urbanístico na região denominada “anel central” discutido nas oficinas do PDDUA, contrasta com os objetivos de um planejamento urbano sustentável que deve proporcionar a demarcação dos corredores ecológicos no qual o município está obrigado a realizar conforme decisão judicial. Um dos bairros associados ao anel central é a Restinga que se constituiu num vetor de crescimento urbano na direção da zona sul da cidade a partir dos anos 70 (século XX). A origem do bairro está ligada a implantação do projeto habitacional *Nova Restinga*, cujo principal objetivo foi assentar moradores da remoção das Vilas Theodora, Marítimos, Ilhota e Santa Luzia em 1966; ação principalmente associada à eliminação de territórios negros nas regiões centrais de Porto Alegre (ARAUJO, 2019).

A urbanização do local, próximo às nascentes do arroio do Salso, ocasionou a fragmentação da paisagem principalmente no ambiente campestre relacionado ao bioma Pampa nos relevos de menor altitude, do que nas florestas das maiores altitudes associadas ao bioma Mata Atlântica (LOGE, FONSECA e SILVEIRA, 2023). A retirada do “corredor agroindustrial” na zona sul de Porto Alegre, previsto na primeira revisão do PDDUA, foi uma conquista na preservação dos corredores utilizados pelo bugio-ruivo (*Alouatta Guariba Clamitans Cabrera, 1940*) impulsionada pelo Programa *Macacos Urbanos*. Apesar desta conquista, considera que a ampliação das “Áreas de Ocupação Intensiva” na zona sul incluídas na lei e a retirada da classificação das APP de “topo de morro” podem se constituir numa ameaça para a preservação dos espaços utilizados para a circulação destes primatas (BUSS, LEITE e BRUTTO, 2008).

Os instrumentos instituídos pelo Estatuto das Cidades (BRASIL, 2001) e do Plano Diretor são ferramentas importantes no contexto da política urbana para consolidação das normas urbanísticas em Porto Alegre, entretanto, a abertura democrática dos novos marcos legais da Constituição de 1988 também possibilitou uma maior influência do mercado imobiliário na gestão urbana. As questões ambientais devem ser o guarda-chuva para as ações públicas e a principal pauta que deve guiar o planejamento urbano no contexto atual (PICCININI e ALMEIDA, 2016, p. 94-95). Mesmo com o protagonismo conquistado na Constituição de 1988, a capacidade de financiamento de políticas públicas pelos municípios ainda é muito limitada. Num estudo que analisou os parâmetros ambientais³⁰ propostos pelos Planos Diretores em onze municípios do Rio Grande do Sul, Gonçalves et al. (2022) constataram que os municípios analisados consideram o meio ambiente como apêndice da

³⁰ Arqueologia e paleontologia, aspectos Jurídicos e Institucionais, clima, fauna, geologia, geomorfologia, infraestrutura, oceanografia, pedologia, recursos hídricos, uso e ocupação da terra e vegetação.

política urbana, e não parte integrante. Ao instituir que o meio ambiente seja abordado em leis e planos próprios, muitos postergam estas resoluções provocando a desarticulação entre os temas (urbano e ambiental), evidenciando a ausência de sistematização de dados pelas Administrações Municipais. Esta visão demonstra a fragilidade na política territorial que exclui o meio ambiente de uma ótica mais integradora de cidade (GONÇALVES e MOURA, 2022), resultados estes coincidentes com as respostas da segunda etapa de entrevistas.

Os instrumentos de planejamento são essenciais para a materialização do planejamento urbano sustentável e aproximar a sociedade das instituições na gestão das políticas públicas. Um instrumento considerado muito importante que aparece tanto na revisão do plano como no questionário é o benefício de redução do IPTU nos imóveis inseridos na APAN. O instrumento consta no Código Tributário do Município de Porto Alegre PORTO ALEGRE, 2002b que traz a seguinte redação:

“Art. 70 Ficam isentos do pagamento do imposto sobre a propriedade predial e territorial urbana as seguintes pessoas físicas e jurídicas:

...

XIX - o imóvel, ou parte dele, reconhecido como Reserva Particular do Patrimônio Natural de acordo com a Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000; as áreas de Preservação Permanente conforme a Lei Federal nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, a Lei Estadual nº 11.520, de 3 de agosto de 2000, e as Áreas de Proteção do Ambiente Natural definidas na Lei Complementar Municipal nº 434, de 1º de dezembro de 1999; e outras áreas de interesse ambiental; desde que se mantenham preservadas de acordo com critérios estabelecidos pela Secretaria Municipal do Meio Ambiente: (Redação acrescida pela Lei Complementar nº 482/2002) (Inciso regulamentado pelo Decreto nº 14265/2003)

a) a isenção de que trata este inciso será concedida mediante formalização de termo de compromisso assinado perante o órgão ambiental municipal e averbado à margem da inscrição no registro público de imóveis; (Redação acrescida pela Lei Complementar nº 482/2002)

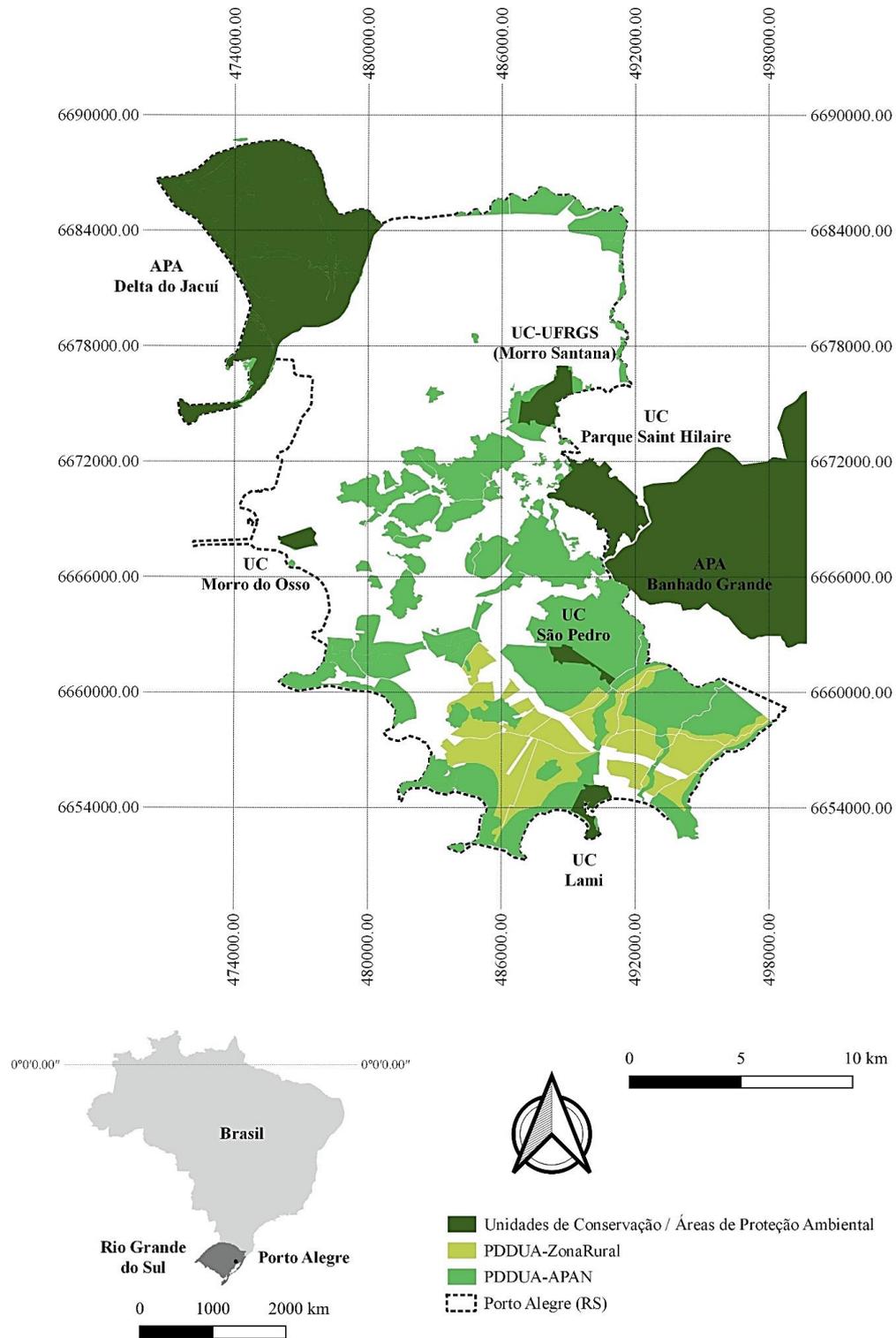
b) caso descumprido o termo de compromisso, que conterá permissão expressa para vistorias periódicas do órgão ambiental municipal, será revogada a isenção, tornando-se exigível o imposto a partir do exercício seguinte ao do descumprimento; (Redação acrescida pela Lei Complementar nº 482/2002)

...”

Uma política de incentivos fiscais deve cumprir seus objetivos e demonstrar eficácia no campo prático (principalmente em relação ao meio ambiente), sendo necessário que as plataformas de informação ao cidadão sejam eficientes. As informações disponíveis nos sítios de internet e do atendimento direto ao cidadão da prefeitura municipal de Porto Alegre sobre como obter os benefícios do IPTU não são práticas e eficientes. A ausência de orientação conduz os interessados para o desconhecimento deste importante benefício constitucional, o que o torna ineficaz no mundo dos fatos, apesar de existente e válido (ELTZ e PEZZELLA, 2018). Ainda que a infraestrutura Verde-Azul não esteja prevista como parte integrante do

Plano Diretor de Porto Alegre, a lei já contempla vários tópicos como as APAN (Figura 17) que podem ser consideradas como reservatórios de biodiversidade que possibilitam resolver problemas previamente identificados na escala ampliada do planejamento urbano (RUBIN, 2023).

Figura 17 – Áreas estruturadoras da Estratégia Ambiental do PDDUA.



Fonte: Feito pelo autor no *Qgis*.

A pesquisa bibliográfica aponta uma diferença entre a Infraestrutura da Trama Verde-Azul conforme modelo francês, no qual a primeira está associada às intervenções no espaço através de obras de baixo impacto e resiliência urbana. São experiências mais integradas à

vegetação urbana, aos cursos de água, enfrentamento das inundações urbanas através da absorção pelas áreas verdes ou integrado com o sistema verde-cinza-azul indicado por Silveira (2018). A experiência francesa da Trama Verde-Azul, no outro sentido, é amplamente focada na conservação e restauração dos ecossistemas, a fim preparar o território para a adaptação climática. As experiências francesas de adaptação de obras de infraestrutura viárias para proporcionar o deslocamento seguro de espécies mostrado por Carsignol (2012) indica que ambas as abordagens devem atuar conjuntamente para que a trama Verde-Azul seja viabilizada.

Ainda existe muito desconhecimento sobre o tema e a necessidade de mais pesquisas da disciplina do planejamento urbano com enfoque ecológico (RUBIN, 2023) como o trabalho de Loge e Silveira (2022) pelo fato de que ainda predominam os trabalhos teóricos de natureza qualitativa. Esta indicação vai ao encontro da terceira etapa do questionário que considera entre forte e muito forte a relação do tema Trama Verde-Azul com o Urbanismo e que a trama tem muita similaridade com um corredor ecológico. Esta etapa do questionário coloca ainda que a Infraestrutura Verde-Azul deve integrar uma trama e que a mesma deve considerar a temperatura média, riqueza de espécies, os solos e a tendência de urbanização sobre as matas, campos e corpos d'água para delimitação espacial.

O planejamento territorial e ambiental é materializado através das políticas de Estado conforme o tamanho do território e o espaço produzido; não raramente no Brasil, as decisões políticas influenciam no ordenamento territorial e no planejamento das obras de infraestrutura. Muitas vezes estas decisões não consideram as necessidades das faixas de renda menos favorecidas e os condicionantes ambientais nelas implicados. A participação comunitária para o exercício pleno do direito à cidade sustentado por Lefebvre ainda encontra desafios institucionais a serem vencidos, conforme demonstrado por Bulkeley et al. (2016) na experiência dos “urban living labs”. Esta ferramenta é muito positiva para capturar a percepção das pessoas através de ideias, conceitos ou construção de planos integrados, entretanto, de difícil realização no campo prático. A experiência da TVA de Belo Horizonte também sinaliza nesta direção, tendo em vista não ter conseguido vencer as barreiras institucionais e instituir-se como marco legal até os dias atuais. Assim como a experiência francesa, a região metropolitana de Belo Horizonte se inspira numa outra lógica de planejamento com forte teor de potencialidade, virtualidade e utopia, como alternativa à lógica do planejamento urbano influenciado pela dinâmica econômica em contraposição aos problemas ambientais e sociais.

A pesquisa bibliográfica mostra que devido à abrangência do tema, a Trama Verde-Azul deve ser uma construção multidisciplinar construída de forma democrática que envolva a contribuição de instituições públicas, pesquisadores e sobretudo a sociedade civil. Nesse

sentido, a experiência política francesa mostra a possibilidade de interlocução entre agentes setoriais em temas como: urbanismo sustentável, infraestrutura verde-azul, territórios, biodiversidade, paisagem cultural, proteção de espécies ameaçadas, conectividade paisagística, redes ecológicas, entre outros temas relacionados ao debate e à governança colaborativa (TRAME VERTE ET BLEUE, 2017, p. 7), a fim de proporcionar os benefícios dos serviços ecossistêmicos à sociedade como um todo (ASSESSMENT, 2005).

Porto Alegre que é reconhecida pelas experiências de participação social, como o Orçamento Participativo e as versões do Fórum Social Mundial ocorridas em 2001, 2002, 2003 e 2005. Entretanto, existe a percepção de que os canais de participação têm encontrado dificuldades em se manterem atuantes no contexto socioeconômico da atualidade, como é o caso do Conselho do Patrimônio Histórico Cultural (COMPHAC), que perdeu o caráter deliberativo para ser somente consultivo (PORTO ALEGRE, 2022a). Outro exemplo é o Conselho Municipal de Desenvolvimento Urbano e Ambiental, instituído em 1955, e vigente até a presente data; o CMDUA é um colegiado que tem por atribuição: formular políticas, planos, programas e projetos de desenvolvimento urbano³¹ na cidade, no entanto, vem perdendo sua capacidade representativa e de espaço de debate democrático em decorrência de alterações no desenho institucional (PASSOS, 2022).

Apesar do questionário mostrar uma percepção de que os Planos Diretores têm contribuído pouco à Gestão Ambiental, o PDDUA dispõe de instrumentos como os Corredores Ecológicos, as APAN, os benefícios do IPTU, Solo Criado e a Transferência de Potencial Construtivo, que se constituem em ferramentas importantes de planejamento urbano sustentável. Esses instrumentos são muito valorizados nos debates de revisão do PDDUA, que reforçam a importância de ampliá-los, assim como as Unidades de Conservação com os respectivos planos de manejo. A legislação municipal possibilita a base institucional satisfatória para a Trama Verde-Azul, porém ainda há desafios a serem vencidos, sobretudo no campo institucional, pela operacionalização dos canais de participação da comunidade através da integração política e da governança colaborativa. Outro desafio se constata no campo científico, que carece de maior interdisciplinaridade, disponibilização de dados cartográficos e de estudos realizados de forma a aproximar o planejamento urbano da ecologia com novas metodologias de planejamento espacial.

A ampliação das rotas cicloviárias, de pedestres, transporte público de qualidade, gestão adequada de resíduos urbanos, gestão dos recursos hídricos, geração de energia com fontes

³¹ Artigo 39 (PORTO ALEGRE, 1999).

renováveis próximo dos locais de consumo, disponibilização de moradia para a população de menor poder aquisitivo próximo aos bairros mais centralizados e a ampliação de espaços verdes e azuis urbanos são essenciais para o bem-estar físico e mental. Essas políticas públicas, essenciais para a viabilização de uma Trama Verde-Azul, devem ser entendidas não somente como utopia, mas talvez o único caminho possível para o enfrentamento do fenômeno da crise ambiental dos dias atuais.

CAPÍTULO 3: ANÁLISE EMPÍRICA DE INTERAÇÕES ENTRE VARIÁVEIS BIÓTICAS E ABIÓTICAS EM PORTO ALEGRE (RIO GRANDE DO SUL) COMO INSTRUMENTO DE AUXÍLIO PARA DELIMITAÇÃO DE UMA TRAMA VERDE-AZUL

3.1. Introdução

Os nossos ancestrais demonstraram o gosto pelas qualidades estéticas dos animais e da natureza através das pinturas rupestres que atestam o nosso interesse pela diversidade biológica e o reconhecimento da sua importância como fonte de alimento e combustível (MAGURRAN, 2005). As grandes navegações do século XV e XVI interligaram localidades do planeta antes inexploradas e causaram grande impacto na natureza com o deslocamento de populações humanas, afetando a fauna, e a flora, o que se deve à exploração descontrolada de recursos naturais em ambientes que eram ecologicamente equilibrados.

O termo *Ecologia* foi citado pela primeira vez em 1866 pelo alemão Ernst Haeckel, discípulo de Charles Darwin. Entre as várias definições adotadas, a que foi feita por Charles Joseph Krebs em 1972 define esta disciplina como:

“O estudo científico da distribuição e abundância de organismos e das interações que determinam a distribuição e abundância” (TOWNSEND, BEGON e HARPER, 2010, p. 16).

A Ecologia situa-se nas escalas espacial, temporal e biológica, de modo que se faz necessário avaliar a amplitude de cada uma e de como as escalas se relacionam entre si. A diversidade de espécies é variável de um lugar para outro conforme a abundância relativa e competitividade entre os indivíduos. A abundância tem relação direta com a dimensão dos territórios ocupados pelas espécies e a conectividade com outras áreas depende da capacidade de acomodar diferentes habitats. A riqueza é maior nos trópicos e decresce na medida que nos dirigimos em direção aos polos, sendo influenciada por fatores espaciais como a produtividade do ambiente (predação, competição e heterogeneidade) e fatores temporais como o clima e distúrbios nas fases de evolução destas espécies. A variação da riqueza do equador em relação aos polos é conhecida como gradiente latitudinal e está relacionada à incidência da luz solar,

visto que nas altas latitudes³² o clima é mais sazonal (TOWNSEND, BEGON e HARPER, 2010, p. 390).

A altitude influencia na distribuição da fauna e da flora, sendo que a quantidade de espécies vai diminuindo à medida que a altitude aumenta devido a menor produtividade, área disponível e isolamento. Em ambientes aquáticos, à medida que aumenta a profundidade, diminui a variedade de espécies em virtude da diminuição da intensidade de luz, temperatura e oxigênio (TOWNSEND, BEGON e HARPER, 2010, p. 392). A sucessão ecológica também é um fator de influência na abundância de espécies na qual uma espécie impulsiona as demais no povoamento de novos territórios (TOWNSEND, BEGON e HARPER, 2010, p. 341). As alterações na temperatura do planeta fazem com que algumas espécies de pássaros como o *Neoxolmis rufiventris* (gaúcho-chocolate) que habita campos de gramíneas de clima temperado migrem para outras regiões para reprodução ou invernada (BRAGA, 2015). Essa dinâmica mostra que uma rede ecológica é composta pelos espaços vitais onde as espécies realizam a maior parte do seu ciclo de vida como acasalamento, alimentação, descanso e hibernação (AMSALLEM, DESHAYES e BONNEVIALLE, 2010).

Esses locais podem ser próximos ou distantes; para anfíbios, por exemplo, os locais de invernagem devem estar a poucas centenas de metros de lagoas, e patos podem se alimentar nas estações frias em sítios espaçados a cerca de dez quilômetros aproximadamente entre eles; para pássaros migrantes de longa distância, como a *Ciconia ciconia* (cegonha-branca), essas áreas estão a centenas de quilômetros mostrando que um habitat não necessariamente significa continuidade espacial (AMSALLEM, DESHAYES e BONNEVIALLE, 2010).

A diversidade de espécies existentes num território indica a qualidade ecológica deste ambiente, contudo, as mudanças climáticas causadas pela crise ambiental fazem com que a fauna e a flora respondam às oscilações do clima ao longo do tempo e busquem locais apropriados para o ciclo de vida. Na tentativa de medir a qualidade de um ambiente natural, há espécies que são consideradas bioindicadores, pois possibilitam informações para a análise de risco de um ecossistema (PRESTES e VICENCI, 2019). Baesse (2015) explica que:

“As aves respondem rapidamente a alterações do ambiente em nível global, regional e local, sendo excelentes indicadores de qualidade ambiental” (BAESSE, 2015).

Não somente as aves, mas também os peixes nos possibilitam obter informações sobre a qualidade dos ambientes. Pesquisas realizadas na bacia hidrográfica do Alto-Paraná (São

³² Com maior proximidade do Equador onde os raios solares são mais inclinados.

Paulo) apontam que a diminuição de espécies nativas da ictiofauna está relacionada à poluição e a degradação ambiental desta bacia (CASSATI, FERREIRA e LANGEANI, 2009). A necessidade de catalogar o maior número possível de espécies animais e vegetais existentes, a proteção e conservação dos biomas ainda intocados ou pouco explorados torna-se imperativa nos dias atuais em virtude dos grandes impactos que as alterações do clima terão sobre os ecossistemas (THIELE e MELVILLE, 2021). Através do conhecimento de como as espécies interagem entre si, a ecologia busca explicar o comportamento e estrutura de comunidades, sendo que o agrupamento das espécies pode sugerir a influência de fatores bióticos e abióticos numa comunidade ecológica (BEGON, TOWNSEND e HARPER, 2006).

O conhecimento desta estrutura ecológica dos ambientes naturais, é fundamental para justificar a criação das Unidades de Conservação, dinâmica esta que é reconhecida pela legislação brasileira, à qual prevê o zoneamento ecológico-econômico (BRASIL, 2002a) como diretriz para instituição de Unidades Naturais. Para a instituição destas Unidades é necessário a elaboração de estudos integrados do meio físico-biótico que possibilitem integrar seus diferentes componentes a partir da ordem taxonômica dos sistemas ecológicos e identificar similaridades dos elementos físicos e bióticos.

Com base em dados de vinte e seis unidades amostrais de Porto Alegre, o objetivo deste capítulo é realizar uma análise empírica sobre as possíveis interações ecológicas que ocorrem nestas unidades a fim avaliar possíveis interações entre as variáveis bióticas e espaciais como subsídio na delimitação de uma Trama Verde-Azul na cidade.

3.2. Materiais e Métodos

Neste capítulo é realizada uma análise multivariada que incorpora dados sobre classes da paisagem e a riqueza de espécies coletados em vinte e seis unidades amostrais através das seguintes ferramentas:

- Análise de semelhança.
- Análise de agrupamento.
- Análise de Coordenadas principais.

3.2.1. Coleta de dados

Os dados foram coletados através das seguintes fontes:

1. Cada unidade amostral é representada por um centroide extraído do polígono de cada imóvel; posteriormente esses centroides são unificados pelo algoritmo *mesclar camadas* vetoriais e gerada uma *matriz de distância* com os pontos unificados. A partir da matriz é adotado o valor de 5,766 quilômetros como raio para cálculo das áreas, em hectare. O valor corresponde ao desvio padrão por representar o grau de dispersão do conjunto de dados e indicar quanto este conjunto é uniforme. Posteriormente, é realizada uma classificação supervisionada de imagens do satélite *Sentinel 2* com as classes: urbano, campos, florestas e água para identificação das áreas e composição da matriz de dados.
2. Riqueza de espécies coletadas nos seguintes inventários de empreendimentos públicos e privados na cidade de Porto Alegre: Estudos de Impacto Ambiental (EIA), Relatórios de Impacto Ambiental (RIMA) e Inventários dos Planos de Manejo das Unidades de Conservação do Parque Saint Hilaire, Morro do Osso e RVS São Pedro.

Esses trabalhos são instrumentos de análise prévia dos impactos socioambientais utilizados para o licenciamento de projetos e atividades causadores de impacto ambiental, cujos instrumentos tem o objetivo de caracterizar os empreendimentos (públicos e privados) e indicar as características do meio físico, biológico e socioeconômico. Devem ser de acesso público e identificando os impactos socioambientais destas intervenções, as alternativas de mitigação dele decorrentes, bem como as ações de monitoramento necessárias (SÁNCHEZ, 2020).

A implementação na legislação brasileira foi inspirada na experiência adotada nos Estados Unidos através do *National Environmental Policy Act* (1969) que determina que atividades causadoras de impacto no meio ambiente teriam que apresentar estudos (*Environmental Impact Statement*) sobre o impacto ambiental dos empreendimentos (SÁNCHEZ, 2020, p. 17/20). A legislação brasileira prevê esses instrumentos através da Política Nacional do Meio Ambiente (BRASIL, 1981) e normatizada pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) através da Resolução n.º 001/86 de 23/01/1986. O Estado do Rio Grande do Sul trata do tema através do Código Estadual do Meio Ambiente (RIO GRANDE DO SUL, 2020) e o município de Porto Alegre na legislação de licenciamento ambiental³³. (PORTO ALEGRE, 1998b)

³³ Resolução 02/ 2011 de 21/09/2011 da SMAMUS.

Os Estudos Ambientais são de grande importância para a prevenção de impactos socioambientais, mas deve haver métodos de análise da qualidade destes trabalhos a fim de contribuir no aperfeiçoamento do instrumento e evitar interpretações equivocadas nas etapas de licenciamento ambiental (CAMPAGNARO, FARIAS e CANDIANI, 2023). Esses trabalhos devem ser estruturados a partir de um diagnóstico da qualidade do meio físico e biótico, considerando o início da realização dos levantamentos (antes de começar a operação das atividades), a previsão num cenário futuro sem a implementação da atividade potencialmente poluidora e um prognóstico deste ambiente após a ação das atividades causadoras do impacto ambiental (FILHO, 2014).

O espaço temporal entre os inventários é de 1999 a 2016, não podendo se constituir num obstáculo à realização do estudo, devido ao tempo usualmente dedicado às coletas de amostras e a diversidade das unidades amostrais (SILVEIRA *et al.*, 2010). Como exemplo de estudos ecológicos com intervalo temporal há o método conhecido como *Rapeld*³⁴, que combina inventários rápidos com pesquisas ecológicas de longa duração (MAGNUSSON *et al.*, 2005).

3.2.2. Classificação de imagens

Este trabalho utilizou a classificação supervisionada pelo algoritmo *SmileCart*, processada na plataforma *Google Earth Engine* de imagens do satélite *Sentinel-2A*, *MSI* (*MultiSpectral Instrument*), grade de referência UTM T22JDM de 19/01/2022, centralizados nas coordenadas (-51.20, -30.07), escala de 10 metros, com porcentagem de nuvens menor do que 10%. A partir do treinamento das bandas 2, 3 e 4, a paisagem foi estratificada em: urbano, campos, florestas e aquático, sendo que os valores de refletância no topo da atmosfera (Tabela 10) com resolução espacial de 20 metros correspondem a:

Tabela 10 - Identificação e comprimento de onda central das bandas do sentinel-2.

Banda 2	(borda azul – 490,00 nm)
Banda 3	(borda verde – 560,00 nm)
Banda 4	(borda vermelha – 665,00 nm)

O classificador *SmileCart* se baseia em árvores de classificação e regressão que buscam observar as características de variações dos pixels em diferentes regiões. O classificador *Cart* incorpora a padronização de divisões em nós de uma matriz N de distintos valores ($x_{1,1}$,

³⁴ A palavra significa a união das metodologias RAP para pesquisas ecológicas rápidas e PELP para pesquisas de longa duração.

$x_{1,2,\dots,x_{1,n}}$) onde é feita a comparação e seleção dos elementos mais compatíveis (BREIMAN *et al.*, 1984, p. 29). A imagem classificada é exportada na extensão *tiff* (*tagged image file format*) e processada no software *QGIS* 3.10.10, georreferenciada no Sistema de Coordenadas Geográficas *Sirgas 2000* UTM 22S onde é vetorizada e as feições corrigidas através das ferramentas *Verificador de Topologia* e *Corrigir Geometrias*.

3.2.3. Unidades amostrais

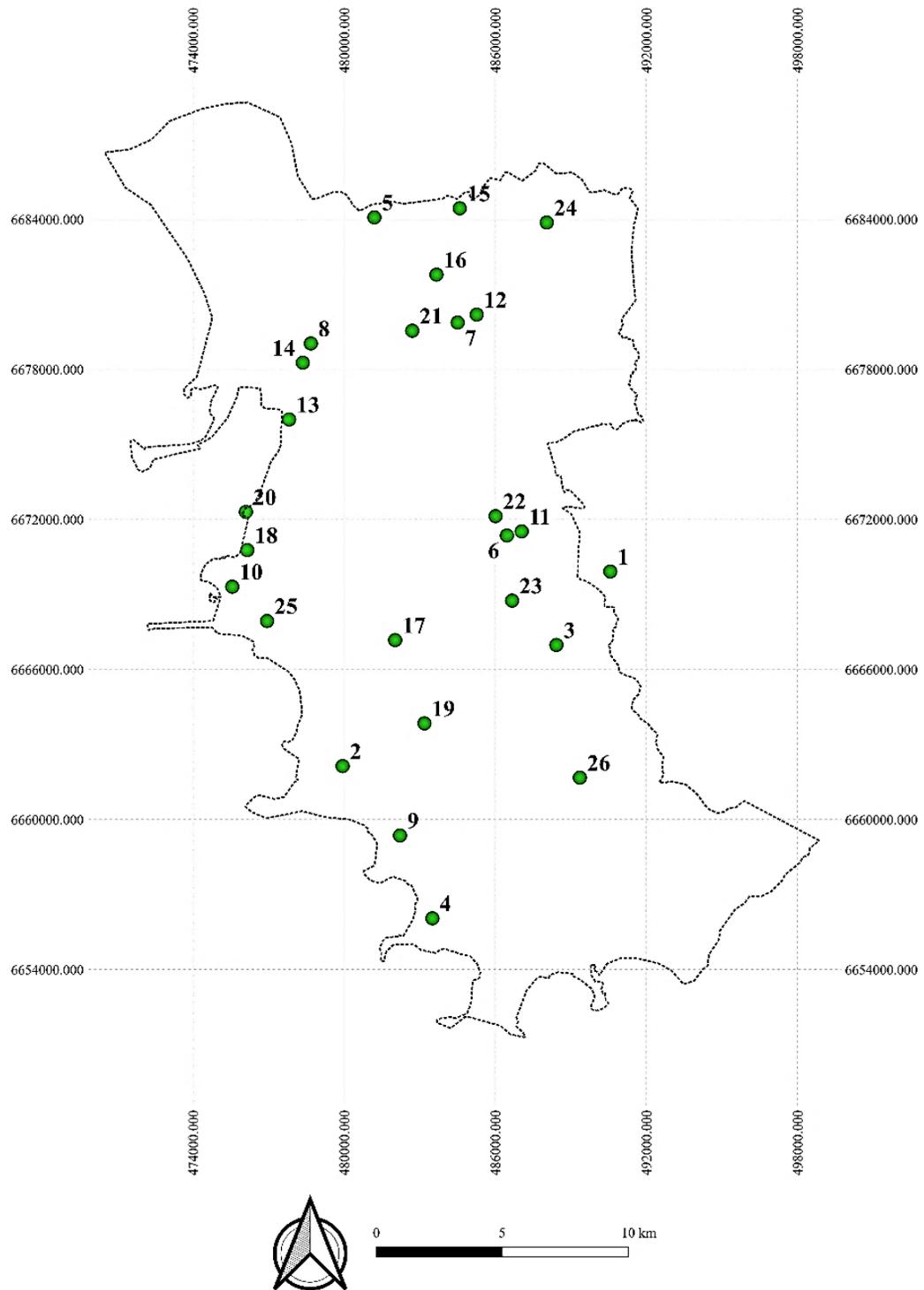
Os dados foram coletados nas unidades amostrais constantes na Tabela 11:

Tabela 11 - Unidades Amostras

Unidades amostrais	
1	Plano de Manejo do Parque Saint Hilaire (MORTARI, 2002).
2	Estação de aterro de Resíduos Serraria (PROFILL, 2004).
3	Adução de Interligação dos Sistemas Belém Novo-Lomba do Sabão (TECNICY, 2007).
4	Empreendimento Urbanístico Fazenda Arado Velho (PROFILL, 2012a).
5	Arena Grêmio (PROFILL, 2009a).
6	Empreendimento de Interesse Social Beco do Davi (PROFILL, 2009c).
7	Bourbon Shopping Bourbon Wallig (EPT, 2006).
8	Revitalização do Cais Mauá (ABG, 2015).
9	Condomínio Residencial Belém Novo (PROFILL, 2007a, p. 67-72-80).
10	Duplicação da Av. Wenceslau Escobar (CTA, 2004).
11	Ampliação do Cemitério Parque Jardim da Paz (PROFILL, 2005).
12	Centro Comercial Alto Norte (PROFILL, 2007a).
13	Centro Empresarial Borges de Medeiros (PROFILL, 1999).
14	Centro Popular de Compras (GEOTEC, 2006).
15	Complexo do Sistema Fecomércio-RS, Sesc e Senac (PROFILL, 2012b).
16	Ampliação da pista de pouso e decolagem 11/29 e <i>taxiway</i> “d” do Aeroporto Internacional Salgado Filho, Porto Alegre, RS (NEOTROPICA, 2008).
17	Condomínio Alphaville Porto Alegre (PROFILL, 2003).
18	Condomínio residencial e comercial Jockey Club do Rio Grande do Sul (BIOTA GEOM, 2013).
19	Duplicação da Estrada Edgar Pires de Castro, no trecho entre a Avenida Juca Batista e a Estrada Darci Pereira Pozzi (4,5km) (AEROGEO, 2012).
20	Parque Pontal (PROFILL, 2015).
21	Metrô de Porto Alegre (BECK DE SOUZA, 2001).
22	Loteamento Agronomia (PROFILL, 2007b).
23	Loteamento de Interesse Social Estrada Afonso Lourenço Mariante (PROFILL, 2009b).
24	Loteamento residencial, comercial e serviços Ecovillage (PROFILL, 2006).
25	Plano de Manejo da Unidade de Conservação Morro do Osso (PORTO ALEGRE, 2006).
26	Plano de Manejo do Refúgio de Vida Silvestre São Pedro (PORTO ALEGRE, 2017).

As unidades amostrais foram escolhidas devido a qualidade e disponibilidade de dados dos estudos disponíveis e estão localizadas conforme indicado na Figura 18, cujas coordenadas UTM estão indicadas na Tabela 12:

Figura 18 - Localização da Unidades Amostrais.



Fonte: Feito pelo autor no *Qgis*.

Tabela 12 - Coordenadas UTM das unidades amostrais

	Unidades Amostrais	Coordenada X	Coordenada Y
1	Parque Saint Hilaire	490563,64	6669924,20
2	Estação de Resíduos Serraria	479936,10	6662142,77
3	Aduora Belém Novo – Lomba do Sabão	488423,85	6666988,15
4	Arado Velho	483503,15	6656055,26
5	Arena do Grêmio	481347,83	6684091,53
6	Beco do Davi		
7	Bourbom Wallig	484503,64	6679880,79
8	Caís Mauá	478678,06	6679044,78
9	Belém Novo	482213,68	6659368,31
10	Wenceslau Escobar	475554,06	6669317,74
11	Cemitério Vale da Paz	487047,18	6671530,31
12	Centro Comercial Alto Norte	485259,31	6680199,76
13	Centro Comercial Borges de Medeiros	477812,75	6676006,12
14	Centro Popular de Compras	478357,20	6678274,65
15	Fecomércio	484586,09	6684448,63
16	Aeroporto	483663,18	6681795,46
17	Alphaville	482020,19	6667183,72
18	Jóquei Clube	476152,95	6670780,16
19	Edgard Pires de Castro	483185,93	6663852,86
20	Parque Pontal	476096,16	6672304,76
21	Metro de Porto Alegre (Metro Poa)	482698,17	6679553,80
22	Loteamento Agronomia	486010,77	6672139,18
23	Loteamento Afonso Lourenço Mariante	486663,01	6668760,00
24	Loteamento Ecovillage	488039,60	6683881,37
25	Morro do Osso	476936,40	6667945,66
26	São Pedro	489354,48	6661683,03

As espécies (fauna e flora) estabelecem seu ciclo de vida conforme características fisiológicas e encontram as condições físicas e químicas adequadas para alimentação, abrigo e reprodução nos habitats em que vivem. Assim, a análise multivariada busca refletir a presença da fauna e da flora nas classes de paisagem urbana, campestre, florestal e aquática, baseada na abundância dos grupos, para identificar o equilíbrio ou possíveis fatores externos que possam estar interferindo a qualidade destes espaços. A partir do número de espécies identificadas nos estudos e pela área ocupada por cada classe da paisagem foram determinadas as seguintes variáveis: aves aquáticas (unidade), aves campestres (unidade), aves florestais (unidade), répteis/anfíbios (unidade), mamíferos (unidade), flora campestre (unidade), flora florestal (unidade), flora aquática (unidade), urbano (hectare), campos (hectare), florestas (hectare) e água (hectare).

Devido a maior abundância na fauna analisada neste estudo, os pássaros foram divididos pelos ambientes: campestres, florestal e aquático. Os estudos identificaram menor número de

espécies de mamíferos (mastofauna) e de répteis / anfíbios (herpetofauna), razão pela qual não foram divididos pelos ambientes característicos. As Áreas de Preservação Permanente das classes campestre e florestal foram subtraídas de cada área amostral e agregadas à água para calibragem por abrigar animais e vegetais cujo ciclo de vida está relacionado a este ambiente.

3.2.4. Análise de Semelhança

A presença do maior número de espécies conforme a diversidade de ambientes que compõe o mosaico paisagístico de Porto Alegre sugere a qualidade ambiental destes sítios e possibilita subsidiar o planejamento urbano, no sentido de adotar estratégias e instrumentos de preservação destes sítios. A baixa diversidade de plantas e animais num determinado local pode ter como causa uma variedade de fatores entre os quais a ocupação de um nicho por outra espécie ou que as condições ambientais não sejam favoráveis. A presença de uma espécie em dois locais implica no reconhecimento de que esses ambientes possuem condições semelhantes para subsistência (BORCARD, GILLET e LEGENDRE, 2011). Com base nesse entendimento, a análise de comunidades através dos diferentes níveis de similaridade, permite reconhecer subconjuntos descontínuos em ambientes percebidos como contínuos e gerar tipologias que possibilitem uma visão simplificada e estruturada de um sistema ecológico (LEGENDRE e LEGENDRE, 2012, p. 53)

A análise de semelhança é uma ferramenta estatística que permite projetar no espaço multidimensional informações ecológicas que possibilitam obter dados sobre a qualidade de um ambiente e sugerir possíveis fatores de desequilíbrio ambiental (LEGENDRE e LEGENDRE, 2012, p. 279). A partir das variáveis adotadas no presente estudo é calculada a similaridade entre elas através da distância da corda, que é uma medida euclidiana normalizada através da transformação vetorial conforme a equação 1:

Equação 1 – Distância de Corda

$$D_{jk} = \sqrt{2 \left[1 - \frac{\sum_{j=1}^p y_{1j} y_{2j}}{\sqrt{\sum_{j=1}^p y_{1j}^2 \sum_{j=1}^p y_{2j}^2}} \right]}$$

Onde:

Y_{1j} = característica do indivíduo 1

Y_{2j} = característica do indivíduo 2

j = número de indivíduos da amostra

3.2.5. *Análise de Agrupamentos*

A Análise de Agrupamentos (Cluster) é muito utilizada na ecologia com a finalidade de estudar as interações entre os organismos e tentar explicar o comportamento e estrutura de comunidades. O agrupamento de espécies é uma técnica da estatística multivariada que possibilita a interpretação entre as características ambientais e seus componentes bióticos, sendo muito utilizada em pesquisas ecológicas (VICINI, 2005), devido à possibilidade de obter pistas das influências dos fatores bióticos e abióticos numa comunidade ecológica (BEGON, TOWNSEND e HARPER, 2006, p. 325).

É da natureza do homem classificar objetos em categorias a fim de nomeá-los, e para que isso se torne possível é necessário o reconhecimento de subconjuntos em ambientes discretos e contínuos. As variáveis foram agrupadas nesta etapa pela ligação média (UPGMA) através do software *Paleontological Statistics*, versão 4.04 (HAMMER, 2012), com a finalidade de mostrar as distinções ou separações entre grupos.

3.2.6. *Análise de Coordenadas Principais*

A análise de Coordenadas Principais (PCoA) consiste no dimensionamento métrico num espaço multidimensional preservando as relações de distância com qualquer tipo de descritor. Trata-se de uma análise de ordenação irrestrita que aceita dados de diferentes tipos, como contínuos, categóricos, ordinais, binários, entre outros. O método pode ser utilizado com todos os tipos de variáveis (com níveis mistos de precisão), desde que tenha um coeficiente aplicado aos dados para calcular a matriz de semelhança.

Quando se tratar de uma matriz de distância métrica, as relações entre os objetos são representadas no espaço euclidiano, sendo que a proximidade da distância pode ser interpretada como similaridade entre as variáveis (LEGENDRE e LEGENDRE, 2012, p. 425). No presente estudo, a análise foi realizada no Programa *Paleontological Statistics*, versão 4.04 (HAMMER, 2012), no qual os *autos vetores* são redimensionados para o *autovalor* e usados para produzir gráficos que preservem as distâncias originais entre os objetos.

Resumo do Método

O resumo do método do objetivo 2 está indicado na Tabela 13

Tabela 13 – Resumo do método do Capítulo 3

Objetivo 2	Análise empírica da interação de variáveis ambientais em vinte e seis unidades amostrais de Porto Alegre (RS).
Técnica de coleta de dados	- Classificação de imagens de satélite - Coleta de dados de EIA/RIMA e Planos de Manejo de Unidades de Conservação.
Técnica de análise de dados	- Análise de semelhança - Análise de agrupamentos - Análise de coordenadas principais
Tipo de Análise	Quantitativa
Resultados esperados	Identificação de interação entre variáveis bióticas e abióticas como ferramenta de auxílio para delimitação de uma Trama Verde-Azul na área de estudo.

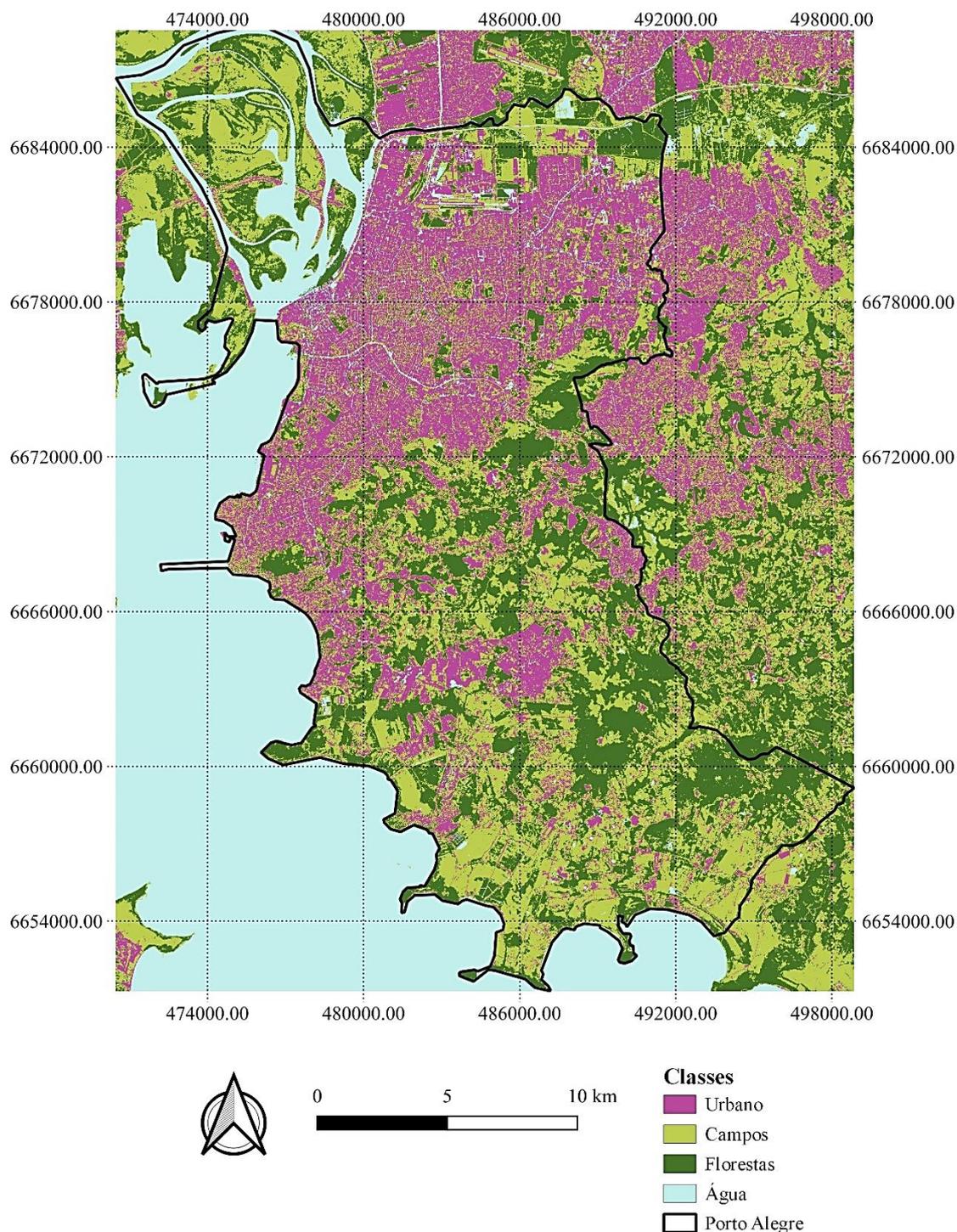
3.3. Resultados

A plataforma *Google Earth Engine* disponibiliza recursos de computação de alto desempenho (em nuvem), o que permite processar grande conjuntos de dados geoespaciais (MUTANGA e KUMAR, 2019). A título de ilustração, as imagens de satélite são poderosas aliadas em estudos ambientais, entre eles, é muito comum o processamento do *Índice de Diferença Normalizada de Vegetação (NDVI)* em pesquisas relacionadas a classificação e estado sanitário da vegetação. Utilizando essa ferramenta, foi feita uma elipse de dispersão espacial das classes de gramíneas, arbustivas, florestas e urbanização projetadas na altimetria do relevo em quatro bairros de Porto Alegre, identificando que as classes de gramíneas e arbustiva (associada ao bioma Pampa) foram as mais afetadas pela urbanização do que a Mata Atlântica situada nas maiores altitudes (LOGE, FONSECA e SILVEIRA, 2023). Um estudo realizado por Gomes et al. (2020) mostra que a classificação das imagens obtidas pelo satélite *Sentinel-2* permite a separação homogênea da vegetação do bioma pampa a fim de mapear espécies invasoras (GOMES *et al.*, 2020).

O sensoriamento remoto e o geoprocessamento são importantes ferramentas da geociência para a realização de estudos ambientais que permitem a obtenção de dados sobre a

propriedade de objetos sem a necessidade de haver o contato entre eles. Esta tecnologia possibilita rapidez e precisão em estudos ambientais quando os dados são processados no Sistema de Informações Geográficas (SIG) utilizando ferramentas da estatística descritiva. No presente trabalho, a classificação realizada resultou no mapa indicado na Figura 19.

Figura 19 – Classificação da paisagem.



Fonte: Imagem processada na plataforma *Google Earth Engine* e no *Qgis* pelo autor.

Acurácia

A classificação foi validada pela acurácia em uma matriz de confusão através do Índice Kappa realizado no Programa Qgis com a ferramenta Semi Automatic Classification Plugin conforme valores sugeridos por Landis et al. (1977), como indicado na tabela 14:

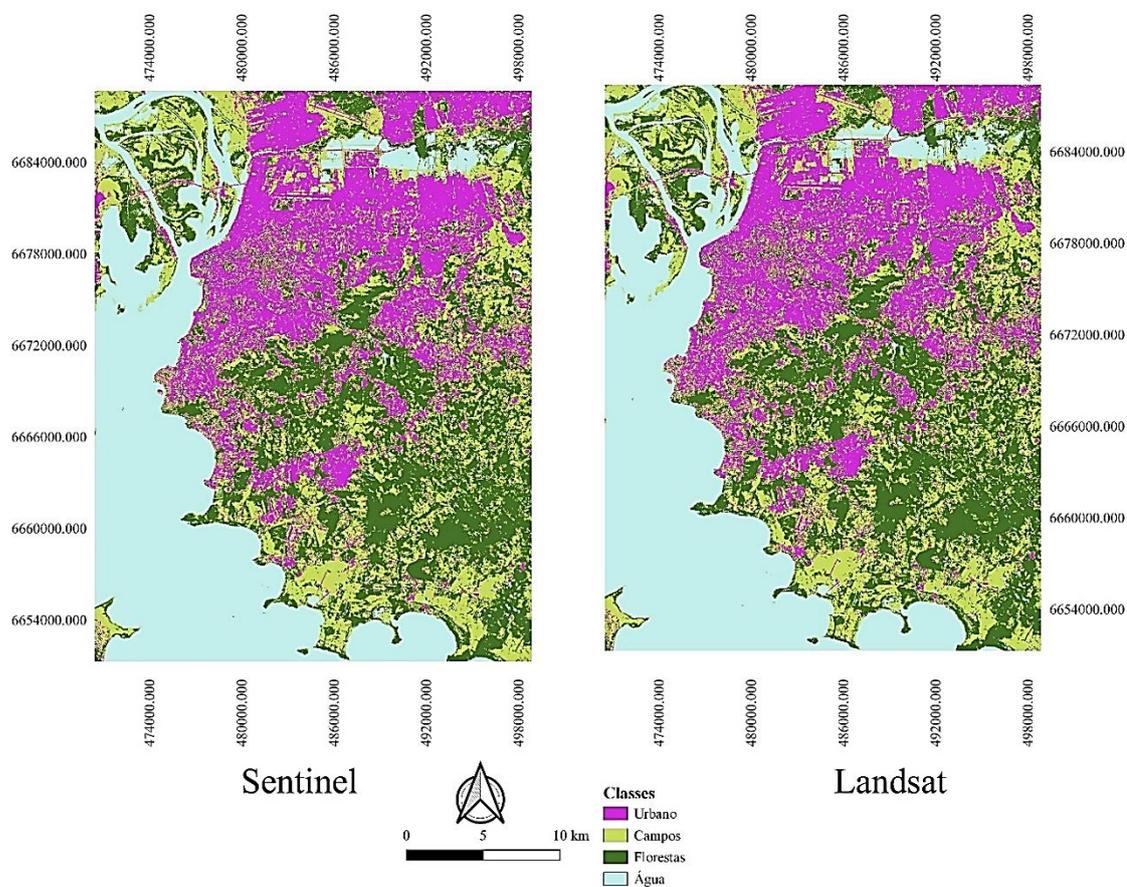
Tabela 14 - Índice kappa.

Classes do índice	Desempenho
< 0	Péssimo
0 – 0,2	Ruim
0,21 – 0,4	Razoável
0,41 – 0,6	Bom
0,61 – 0,8	Muito Bom
0,81 – 1,0	Excelente

Fonte:(LANDIS e KOCH, 1977).

A acurácia foi realizada a partir da comparação (Figura 20) de uma imagem classificada do satélite Landsat 8, coleção Tier 2, OLI (*Operational Land Image*), órbita ponto 221081 de 17/07/2023 e obteve o valor de 0,694 que é considerado muito bom.

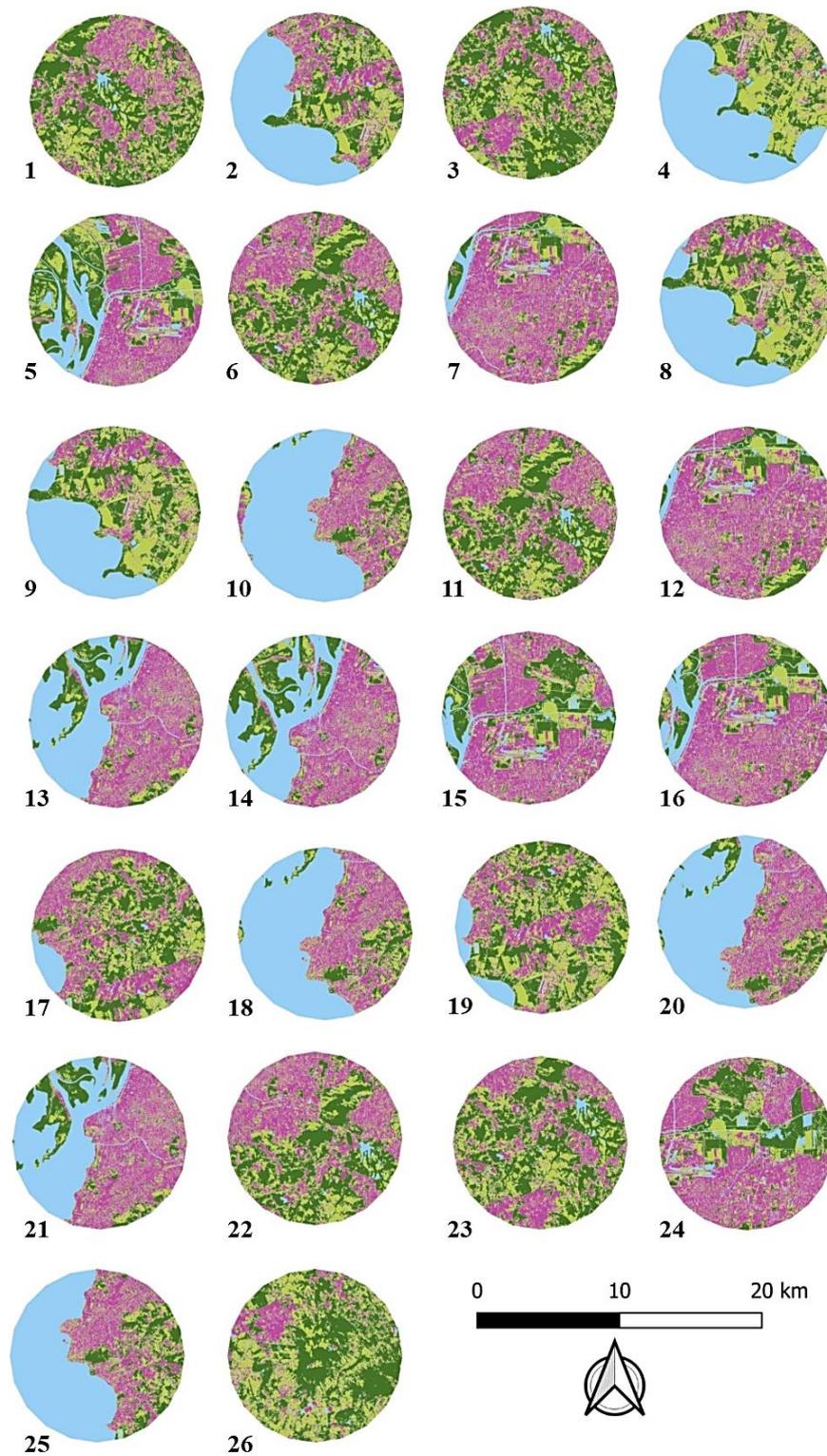
Figura 20 – Imagens dos satélites *Sentinel* e *landsat*.



Fonte: Imagens processadas pelo autor na plataforma *Google Earth Engine*.

A partir dos centroides foi delimitado um círculo de raio de 5,766 quilômetros com o propósito de obter a área (em hectares) de cada classe nas unidades amostrais conforme indicado na Figura 21.

Figura 21 - Estratos da paisagem por Unidade Amostral com raio de 5,77 Km.



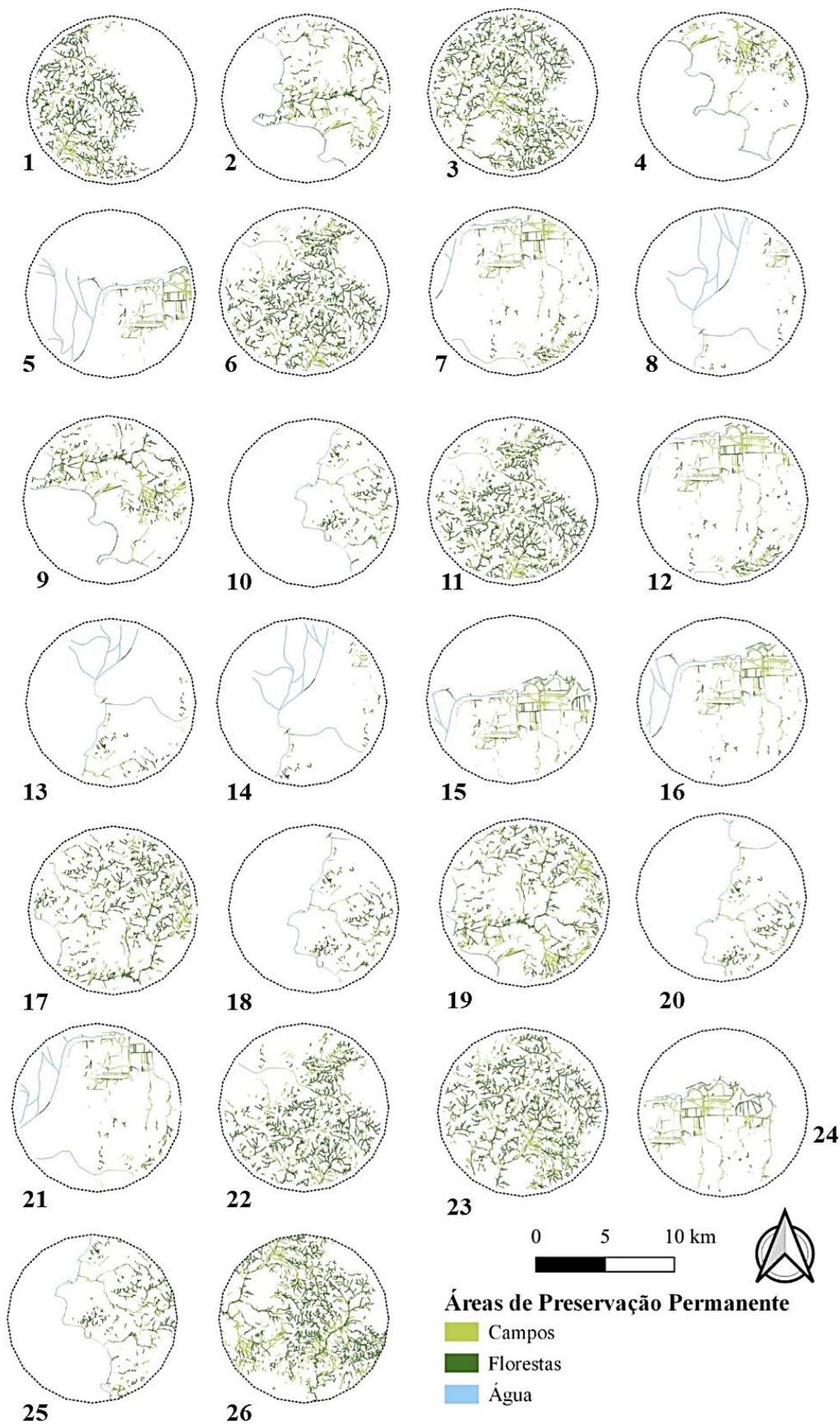
Fonte: Feito pelo autor no *Qgis*.

(1) Parque Saint Hilaire, (2) Estação Resíduos Serraria (3) Adutora Belém-Lomba Sabão, (4) Arado Velho, (5) Arena Grêmio, (6) Beco Davi, (7) Bourbom Wallig, (8) Cais Mauá, (9) Belém Novo, (10) Wenceslau Escobar, (11) Jardim Paz, (12) Centro Comercial Alto Norte, (13) Centro Com. Borges Medeiros, (14) Centro Popular

Compras, (15) Fecomércio, (16) Aeroporto Salgado Filho, (17) Alphaville, (18) Jôquei Clube, (19) Edgard Pires Castro, (20) Estaleiro Parque Pontal, (21) Metro POA, (22) Loteamento Agronomia, (23) Loteamento Afonso Lourenço Mariante, (24) Loteamento Ecovillage, (25) Morro do Osso e (26) São Pedro.

As Áreas de Preservação Permanente (de campos e florestas) foram agregadas à classe aquática pelo fato de que muitas espécies que habitam em APP, como a *Aramides saracura*, que é uma ave semi-aquática que habita neste ambiente. Este ajuste possibilita calibrar a abundância das classes em decorrência das limitações que as imagens de satélite possuem para identificar os corpos de água abaixo da copa das árvores (SOUZA *et al.*, 2019). Com base num arquivo vetorial dos arroios da cidade de Porto Alegre, as APP foram estabelecidas com trinta metros de largura em cada área de estudo (figura 22) e acrescidas à classe aquática na matriz de dados.

Figura 22 - Classificação das Áreas de Preservação Permanente.



Fonte: Feito pelo autor no Qgis.

Os dados obtidos a partir dos estudos e das classes da paisagem integram a matriz de dados conforme Tabela 15.

Tabela 15 – Matriz de dados

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l
1	44	61	29	46	0	6	149	1	2455,72	3259,11	2416,48	2163,3
2	29	21	15	11	0	29	103	23	1752,31	1929,91	1355,27	5243,44
3	23	37	6	9	23	3	13	1	2013,38	2885,73	2340,91	3040,44
4	61	50	31	42	15	68	104	13	663	2441,42	1397,39	5371,4
5	31	26	6	5	7	82	95	11	3294,6	2579,32	1727,18	2166,77
6	28	40	2	11	10	42	117	11	2929,68	2780,93	1843,65	2726,15
7	0	0	0	0	0	12	31	0	5466,98	2231,67	892,2	1688,82
8	47	23	15	9	11	19	55	4	3386,15	2250,3	1546,86	3096,94
9	34	32	16	14	6	15	53	13	1356,31	2476,43	1689,26	4758,88
10	0	0	0	0	0	4	13	0	2028,58	1172,37	501,31	6349,17
11	28	40	2	11	10	2	49	1	2938,51	2794,72	1824,41	2722,74
12	14	11	0	0	3	10	34	0	5442,12	2219,45	880,48	1737,72
13	0	0	0	0	0	13	46	2	3412,82	1819,18	1091	3957,17
14	0	0	0	0	0	3	14	0	3372,91	2110,27	1478,17	3318,92
15	50	21	24	20	3	3	34	1	4031,26	2118,65	1674,35	1684,44
16	20	4	12	27	7	82	91	17	5027,62	2190,05	1187,5	1874,77
17	46	50	16	16	14	44	118	7	2950,12	2878,82	1904,05	2547,34
18	11	15	1	0	5	23	67	0	2451,11	1427,92	614,42	5781,65
19	29	23	17	7	7	10	48	1	2436,82	2948,47	2046,21	2848,92
20	42	22	14	7	5	36	41	10	2667,59	1488,09	686,73	5423,97
21	9	10	0	0	0	29	56	1	5212,96	2115,06	991,26	1960,36
22	32	51	4	11	12	69	169	17	3280,7	2704,5	1790,38	2504,69
23	31	45	3	13	8	52	91	7	2399,87	2791,67	2027,15	3061,85
24	33	8	11	5	6	21	3	6	4206,98	2263,6	1860,94	1574,28
25	42	56	7	22	5	170	252	31	2570,76	1776,66	1844,51	5452,28
26	31	45	3	13	8	52	91	7	2841,47	3244,4	5156,77	223,15

(1) Parque Saint Hilaire, (2) Estação Resíduos Serraria (3) Aduutora Belém-Lomba Sabão, (4) Arado Velho, (5) Arena Grêmio, (6) Beco Davi, (7) Bourbom Wallig, (8) Cais Mauá, (9) Belém Novo, (10) Wenceslau Escobar, (11) Jardim Paz, (12) Centro Comercial Alto Norte, (13) Centro Com. Borges Medeiros, (14) Centro Popular Compras, (15) Fecomércio, (16) Aeroporto Salgado Filho, (17) Alphaville, (18) Jôquei Clube, (19) Edgard Pires Castro, (20) Estaleiro Parque Pontal, (21) Metro POA, (22) Loteamento Agronomia, (23) Loteamento Afonso Lourenço Mariante, (24) Loteamento Ecovillage, (25) Morro do Osso e (26) São Pedro.

(a) Avifauna Campos, (b) Avifauna Florestas, (c) Avifauna Aquática, (d) Herpetofauna, (e) Mastofauna, (f) Flora campestre, (g) Flora florestal, (h) Flora aquática, (i) Urbano, (j) Campos, (k) Florestas, (l) Água

A Análise de Semelhança tem o objetivo de mostrar alguma relação de proximidade entre as variáveis, sendo que, quanto mais próximo de zero, mais semelhantes entre si. Esta etapa utilizou a distância de corda que é uma distância euclidiana com dados normalizados (mesma escala), cujos resultados constam na Tabela 16:

Tabela 16 - Matriz de semelhança. Feito pelo autor no programa Past

	Aves Campestres	Aves Florestais	Aves Aquáticas	Anfíbios	Mamíferos	Flora Campestre	Flora Florestal	Flora Aquática	Urbano	Campos	Florestas	Água
Aves Campestres	0	0,409112	0,42701	0,682168	0,884683	0,922943	0,6276	0,965546	0,757193	0,492621	0,478936	0,63947
Aves Florestais	0,409112	0	0,658663	0,624275	0,797602	0,834784	0,455305	0,890678	0,868108	0,519862	0,498016	0,71537
Aves Aquáticas	0,42701	0,658663	0	0,602498	0,944071	0,994385	0,789856	0,992251	0,941304	0,700372	0,674428	0,790157
Anfíbios	0,682168	0,624275	0,602498	0	0,572607	0,56524	0,539991	0,569974	1,059847	0,80814	0,770252	0,929507
Mamíferos	0,884683	0,797602	0,944071	0,572607	0	0,457729	0,715439	0,436849	1,122348	0,908945	0,854064	1,030157
Flora Campestre	0,922943	0,834784	0,994385	0,56524	0,457729	0	0,534543	0,227329	1,11915	0,978054	0,953172	1,009577
Flora florestal	0,6276	0,455305	0,789856	0,539991	0,715439	0,534543	0	0,624027	0,881391	0,667096	0,668896	0,750164
Flora Aquática	0,965546	0,890678	0,992251	0,569974	0,436849	0,227329	0,624027	0	1,1855	1,026675	0,991731	1,047722
Urbano	0,757193	0,868108	0,941304	1,059847	1,122348	1,11915	0,881391	1,1855	0	0,448951	0,554011	0,719127
Campos	0,492621	0,519862	0,700372	0,80814	0,908945	0,978054	0,667096	1,026675	0,448951	0	0,17929	0,570537
Florestas	0,478936	0,498016	0,674428	0,770252	0,854064	0,953172	0,668896	0,991731	0,554011	0,17929	0	0,636763
Água	0,63947	0,71537	0,790157	0,929507	1,030157	1,009577	0,750164	1,047722	0,719127	0,570537	0,636763	0

Fonte: versão 4.04 (HAMMER, 2012).

Os resultados mostram a maior semelhança entre as aves (que habitam nos campos, florestas e aquáticas), a flora (campestre, florestal e aquáticas) e a paisagem (campos e florestas). O ambiente urbano e a água são mais próximas dos campos e estão isoladas das outras variáveis. As aves são as espécies mais abundantes na natureza e a proximidade entre elas talvez possa sugerir a qualidade do ambiente em que vivem devido a homogeneidade do tamanho dos grupos.

A Tabela 17 identifica dois grupos de maior abundância que são as aves e as classes da paisagem (campos, florestas e urbano) com maior semelhança entre si. Os mamíferos têm maior proximidade com a flora campestre e os anfíbios apresentam com a flora florestal. As aves são semelhantes entre si e na paisagem, os campos são os mais semelhantes com a água, a floresta a os espaços urbanos. A proximidade dos anfíbios com a flora florestal e dos mamíferos com a flora campestre sugere uma correlação destas espécies com os espaços cuja diversidade destas variáveis é mais abundante e que possuem algum nível de qualidade ambiental, provavelmente associado ao bioma Mata Atlântica. A água possui maior semelhança com os campos, assim como as aves aquáticas com as aves campestres e a flora aquática da flora campestre, mostrando uma relação do bioma Pampa com a água; os espaços urbanos também apresentam mais semelhança com os campos.

O isolamento dos répteis/anfíbios³⁵ e os mamíferos³⁶ e a proximidade das floras florestal e campestre possibilita a interpretação de alguma interação decorrente da abundância destas espécies nas matas, corpos de água possivelmente ligados a cadeia alimentar.

Tabela 17 - Semelhança mais próxima entre variáveis.

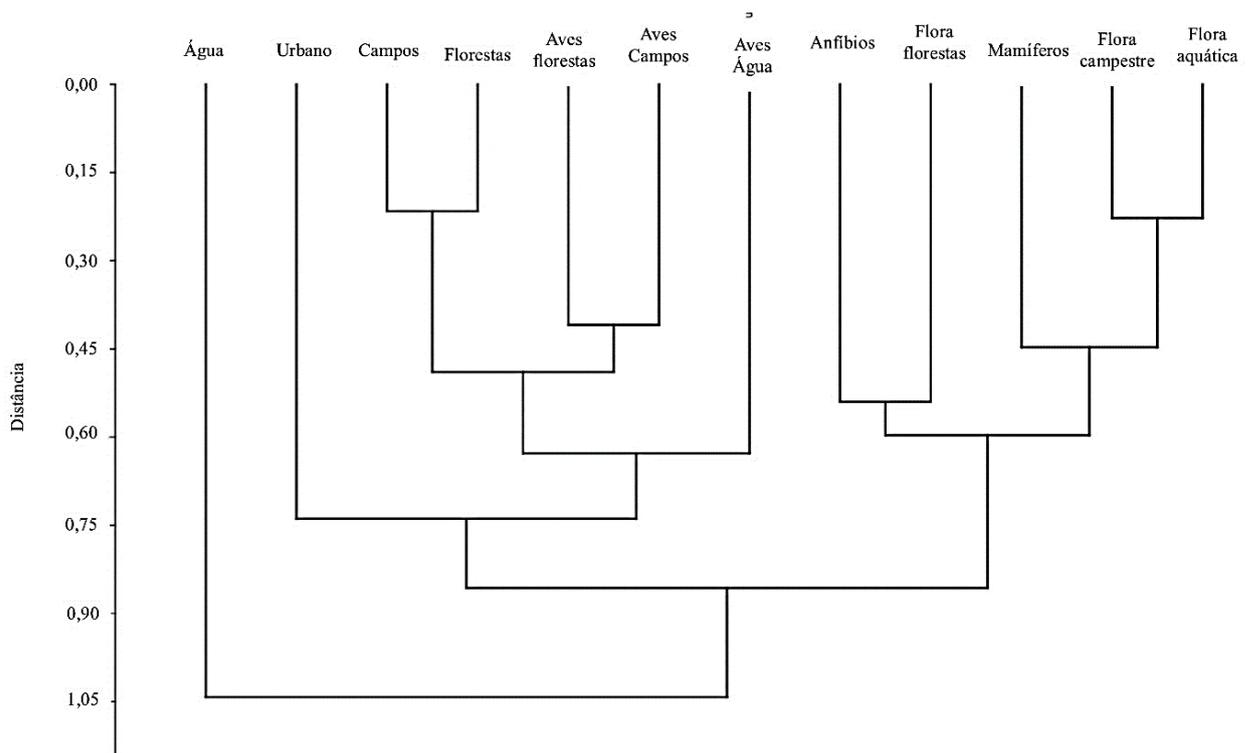
Variável analisada	Mais próxima
Aves campestres	Aves florestais (0,409)
Aves florestais	Aves campestres (0,409)
Aves aquáticas	Aves campestres (0,427)
Anfíbios	Flora florestal (0,540)
Mamíferos	Flora campestre (0,457)
Flora Campestre	Flora aquática (0,227)
Flora Florestal	Aves Florestais (0,455)
Flora Aquática	Flora Campestre (0,227)
<i>Urbano</i>	<i>Campos</i> (0,448)
<i>Campos</i>	<i>Florestas</i> (0,179)
<i>Florestas</i>	<i>Campos</i> (0,179)
<i>Água</i>	<i>Campos</i> (0,570)

³⁵ Herpetofauna.

³⁶ Mastofauna

A análise de agrupamento indica três grupos formados conforme indicado na Figura 23. O primeiro grupo é composto pela água (separada das aves e da flora aquática), apesar da grande influência do lago Guaíba dos pontos de coleta. Este isolamento pode estar associado à qualidade da água bruta, visto que somente 57% do esgoto cloacal é tratado (PORTO ALEGRE, 2024b) dos efeitos da urbanização, principalmente ao longo da orla do lago Guaíba. O lago também é influenciado pelas políticas públicas dos municípios da Região Metropolitana de Porto Alegre, visto que também recebe cargas poluentes de resíduos industriais, residenciais e agrícolas destas cidades. O segundo grupo contém a paisagem com as aves devido a abundância destas variáveis e o terceiro grupo indica a riqueza da flora com os mamíferos e os anfíbios que pode sugerir a qualidade ambiental de estratos paisagísticos mais preservados de campos e matas, principalmente associados às Áreas de Preservação Permanente devido a presença de anfíbios e a flora aquática (Tabela 18).

Figura 23- Agrupamentos formado. Dendograma.



Fonte: feito pelo autor no Programa *Past*, versão 4.04.

Tabela 18 – Grupos de variáveis da Análise de Agrupamento.

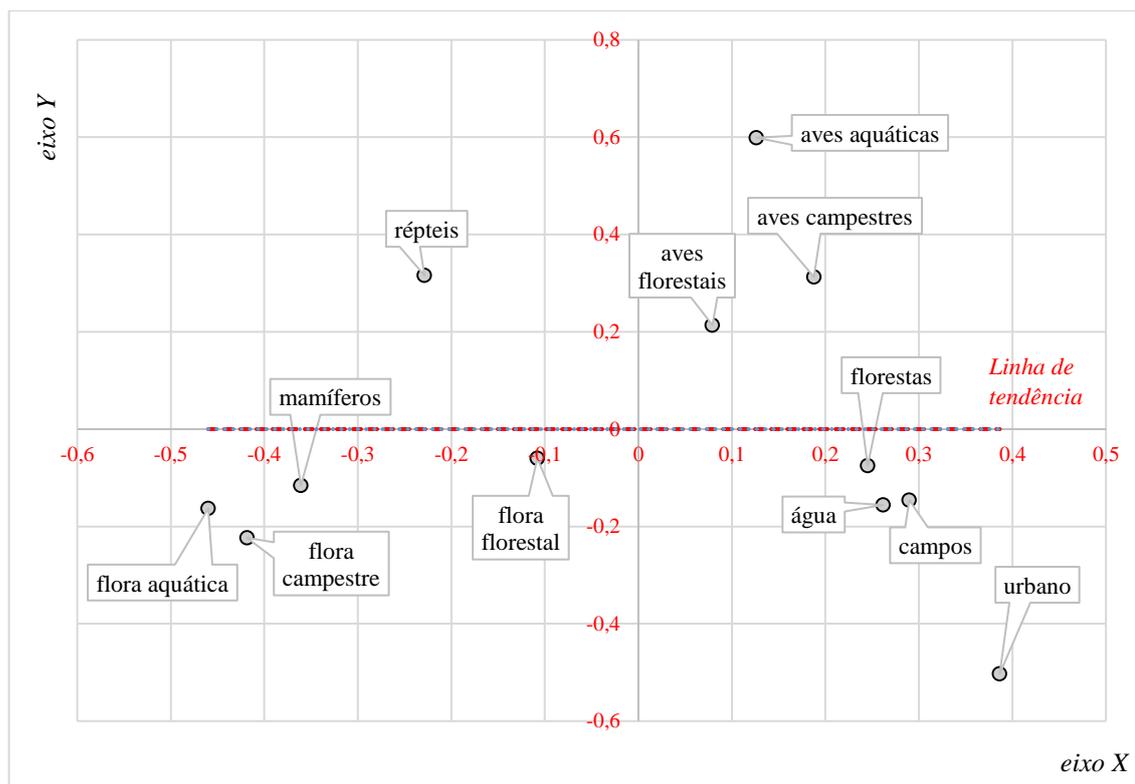
Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
	Urbano	Anfíbios
	Campos	Flora Florestal
	Florestas	Mamíferos
Água	Aves Campestres	Flora Campestre
	Aves Florestais	Flora Aquática
	Aves Aquáticas	

Com base na matriz de similaridade através da distância de corda foi realizada uma Análise de Coordenadas Principais no Programa *Past*, versão 4.04 (HAMMER, 2012) e os resultados indicaram que o eixo “x” contém 53,36% e o “y” possui 18,03% de significância (71,39% do conjunto), conforme pontuação constante na Tabela 19 e representado no mapa de dispersão espacial da Figura 24.

Tabela 19 – Pontuação das variáveis

Variáveis	Coord x	Coord y
Aves campos	0,18767	0,31303
Aves florestas	0,079199	0,21399
Aves aquática	0,12609	0,599
Répteis / anfíbios	-0,22869	0,3159
Mamíferos	-0,36089	-0,11579
Flora campestre	-0,41839	-0,22351
Flora florestal	-0,10794	-0,059843
Flora aquática	-0,45997	-0,1631
Urbano	0,38639	-0,50284
Campos	0,2897	-0,14598
Florestas	0,24517	-0,075005
Água	0,26166	-0,15587

Figura 24- Mapa de Dispersão da Análise de Coordenadas Principais.



Fonte: Feito pelo autor no Excel.

No eixo x (mais significativo), a paisagem (urbana, campestre, florestal e aquática) e as aves (aquática, florestal e campestre) estão no gradiente positivo. No gradiente negativo está a flora (aquática, florestal e campestre), os répteis e os mamíferos. A incorporação das Áreas de Preservação Permanente o ambiente aquático aproximou a água das outras três, bem como das aves que são o grupo faunístico mais abundante entre os animais. Os dados sugerem que as aves e a paisagem (mais abundantes) no mesmo gradiente mostra alguma coerência de distribuição espacial nas classes analisadas (campos florestas e água) e algum nível de qualidade ambiental, visto que nestes espaços as aves necessitam buscar alimentação, locais de repouso e nidificação.

Os espaços urbanos estão isolados nos limites dos gradientes dos eixos x (positivo) e y (negativo), entretanto, não há grupos de aves atribuídos a este ambiente apesar da existência de biodiversidade nas cidades. Em muitas situações, pode-se dizer que há mais refúgios de biodiversidade nas cidades do que nas áreas com predominância de atividades agrícolas pelo fato de que nas cidades, a alternância de alturas e abrigos nas reentrâncias dos edifícios são percebidos, muitas vezes, como formações rochosas pelos animais, como também há a presença de áreas verdes, água, alimentos e proteção dos raios solares (PÖTZ, 2012, p. 313).

No gradiente negativo do eixo x está a flora (aquática, florestal e campestre), os répteis/anfíbios e os mamíferos sugerindo a presença destes animais nos ambientes de maior

qualidade ambiental com maior diversidade de plantas, provavelmente mais associados ao ambiente florestal e das Áreas de Preservação Permanente.

A análise de coordenadas principais das unidades amostrais indica que o eixo “x” contém 70,06% e o “y” possui 27,55% de significância conforme pontuação constante na Tabela 20 e representado no mapa de dispersão espacial da Figura 25:

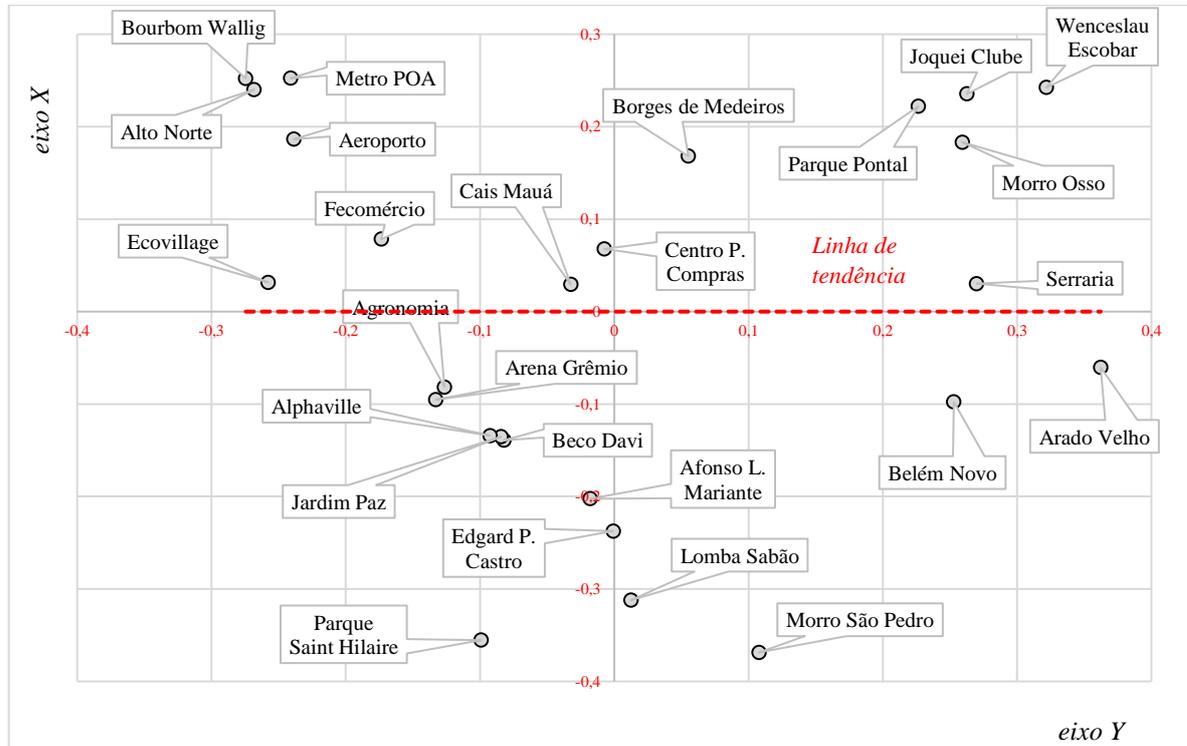
Tabela 20 - Pontuação das unidades amostrais

Unidade Amostral	Coord x	Coord y
Parque Saint Hilaire	-0,09928	-0,35542
Estação Resíduos Serraria	0,26979	0,030274
Adutora Belém-Lomba Sabão	0,012476	-0,31207
Arado Velho	0,36221	-0,06041
Arena Grêmio	-0,1329	-0,09524
Beco Davi	-0,08216	-0,13918
Bourbom Wallig	-0,27447	0,25227
Cais Mauá	-0,03248	0,029401
Belém Novo	0,25282	-0,09766
Wenceslau Escobar	0,32172	0,24237
Jardim Paz	-0,08432	-0,13535
Centro Comercial Alto Norte	-0,26827	0,24003
Centro Com. Borges Medeiros	0,05518	0,16808
Centro Popular Compras	-0,00739	0,067827
Fecomércio	-0,17359	0,078366
Aeroporto Salgado Filho	-0,23873	0,18643
Alphaville	-0,09259	-0,13411
Jóquei Clube	0,26262	0,23542
Edgard Pires Castro	-0,00076	-0,2374
Estaleiro Parque Pontal	0,22641	0,22202
Metro POA	-0,24108	0,2524
Loteamento Agronomia	-0,12648	-0,08162
Loteamento Afonso L. Mariante	-0,01797	-0,20243
Loteamento Ecovillage	-0,25773	0,031437
Morro Osso	0,2592	0,18317
Morro São Pedro	0,10776	-0,36861

A ordenação referente às unidades amostrais (Figura 25) mostra no gradiente positivo do eixo x os seguintes bairros: Praia de Belas, Cristal, Tristeza, Sétimo Céu, Serraria, Belém Novo, Lajeado e Lomba do Pinheiro. A paisagem deste gradiente contém: 20,95% de áreas urbanas, 16,40% campestre, 18,72% de florestas e 43,92% associados ao ambiente aquático. O gradiente do eixo x negativo abrange os bairros Farrapos, Anchieta, Sarandi, Jardim Lindóia,

Cristo Redentor, Floresta, Centro Histórico, Agronomia, Lomba do Pinheiro, Belém Velho e Hípica, cuja paisagem contém: 35,84% de áreas urbanas, 19,42% campestre, 21,94% de florestas e 22,80% de ambientes aquáticos.

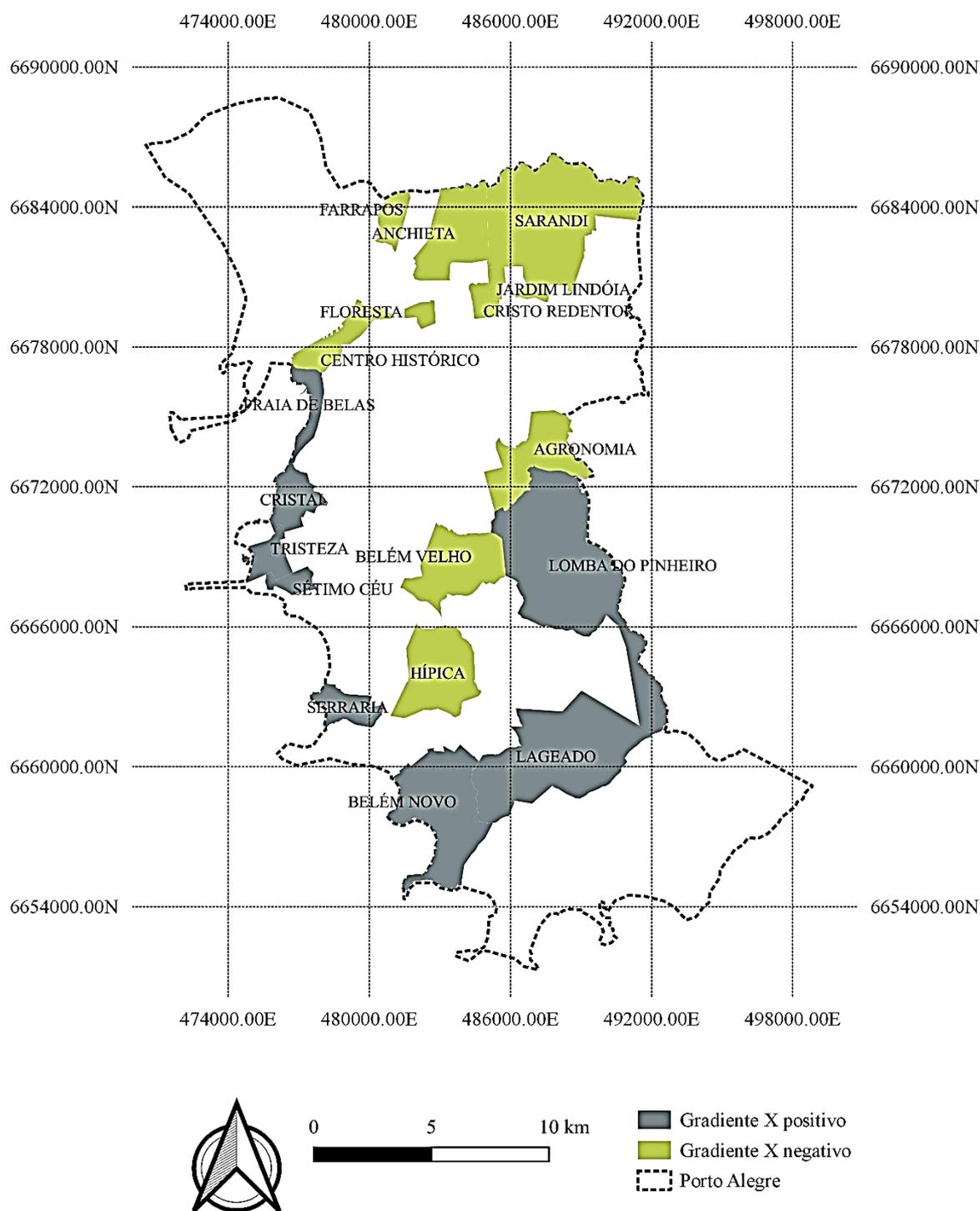
Figura 25 - Ordenação das Unidades Amostrais.



Fonte: Feito pelo autor no excel.

A ordenação das unidades amostrais indica uma separação do centro histórico em direção à zona norte num extremo e à zona sul no outro extremo, ocorrendo uma zona de transição no centro do município. É possível interpretar que o eixo x separa a cidade em duas partes: uma próxima à água, nos relevos mais planos na bacia hidrográfica do rio Gravataí na zona norte até os relevos mais altos dos bairros Hípica, Belém Velho e Agronomia, e outra em direção à orla do Guaíba, Belém Novo até os relevos mais altos do bairro Lajeado na zona sul e Lomba do Pinheiro na zona leste (Figura 26).

Figura 26 - Espacialização dos quadrantes da ordenação das unidades amostrais.



Fonte: Feito pelo autor no QGIS.

A ordenação aponta uma diferença entre zona norte e sul, das margens do Guaíba e seguindo ao longo das áreas bem preservadas do Belém Novo e Lajeado à Lomba do Pinheiro.

O negativo vai dos espaços mais antropizados do Centro Histórico aos bairros Hípica, Belém Velho, Agronomia, Sarandi.

3.4. Discussão

A paisagem de Porto Alegre é composta por ambientes dos biomas Pampa e Mata Atlântica, sendo o conhecimento do estado de conservação de cada um desses ambientes é fundamental para preservar os sítios mais importantes na orientação do crescimento urbano, minimizando os impactos ambientais dele decorrentes. Os campos e pradarias de clima temperado são um tipo de ambiente que abriga uma das maiores comunidades de espécies do planeta e têm possibilitado a produção de alimentos às comunidades humanas por milênios. No contexto global atual, aproximadamente 41% desses espaços têm sido utilizados para a agropecuária, 6% para a urbanização e 7,5% foram convertidos para a silvicultura comercial (HENWOOD, 2010).

Um estudo feito pela rede colaborativa *Mapbiomas Brasil* mostra que o Pampa sul-americano (que abrange Brasil, Uruguai e Argentina) reduziu a área ocupada por vegetação nativa em 16,3% (entre 2000 e 2019), o que corresponde a uma redução de 519.496 km² para 434.795 km². No continente, o Pampa está sujeito aos impactos ambientais por abrigar três grandes metrópoles sul americanas: Buenos Aires, Montevidéu e Porto Alegre, sendo que no Brasil o bioma ocupa a metade sul do Estado do Rio Grande do Sul (MAPBIOMAS, 2024).

Os campos nativos do sul do Brasil estão presentes, tanto no Pampa, como na Mata Atlântica. No Rio Grande do Sul, estão associados às florestas de Araucária de clima úmido e temperado e o grande desafio para a preservação da diversidade de espécies no Pampa é o manejo adequado num ambiente composto por um sistema ecológico eventualmente pouco previsível (PILLAR, 2009a, p. 27), (PILLAR e VÉLEZ, 2010).

A vegetação nativa do Pampa é composta predominantemente pelas herbáceas caracterizadas como vegetação campestre, mas também possui a ocorrência de florestas. A biodiversidade deste ambiente é sujeita a forte variação térmica (invernos frios e verões quentes) dos climas subtropical e temperado, bem como a ocorrência de chuvas em todos os meses do ano (PILLAR *et al.*, 2009b).

Embora este bioma seja fonte natural de abundantes recursos forrageiros, ainda assim tem sido descaracterizado pelo avanço das culturas de grãos e pela silvicultura, o que inclui também a pecuária de corte — esta introduzida pelos colonizadores europeus a partir do século XX. Por esse motivo, seus ecossistemas estão entre os menos protegidos e mais ameaçados do

continente (BRASIL, 2024), (ECHER *et al.*, 2015). Conjuntamente, essas atividades já suprimiram mais de 51% da vegetação campestre original (PILLAR *et al.*, 2009b).

Mata Atlântica é o nome popular dado à floresta tropical que abrange desde a região litorânea do Rio Grande do Norte ao Rio Grande do Sul e que se estende ao interior do Brasil pelos planaltos e serras de maior altitude. O bioma Mata Atlântica ocupa aproximadamente 13% do território brasileiro e é um dos mais ameaçados por situar-se espacialmente na região que concentra o maior número de cidades em que vivem mais de 50% da população brasileira (IBGE, 2024). Este ambiente encontra-se altamente fragmentado no Brasil e restam apenas 27% da floresta original da época do descobrimento (SOS MATA ATLÂNTICA, 2023b), sendo considerado o bioma brasileiro mais ameaçado, apesar de concentrar grande riqueza de espécies endêmicas como: mais de 20.000 espécies de plantas, 261 de mamíferos e 688 de pássaros (BRASIL, 2012b, p. 8).

Os remanescentes desta floresta estão localizados em áreas de difícil acesso (IBGE, 2024) e este bioma (BRASIL, 2006) é composto por formações florestais nativas e ecossistemas classificados como *floresta ombrófila densa*; *floresta ombrófila mista* (Mata de Araucárias); *floresta ombrófila aberta*; *floresta estacional semidecidual*; e *floresta estacional decidual*. Também contempla os manguezais, formações de restingas, campos de altitude, brejos interioranos e encraves florestais do nordeste do município (PORTO ALEGRE, 2023b). Porto Alegre possui somente 6,01% da cobertura vegetal original (2.984,28 ha) e não foi diagnosticada a derrubada destas matas entre 2005 e 2022, situação que coloca o município em 427º posição no ranking (entre municípios) de desmatamento deste bioma no Brasil (SOS MATA ATLÂNTICA, 2023a).

A vegetação de Porto Alegre tem a influência de espécies que migraram de regiões da América do Sul como a Amazônia, o Chaco, Patagônia, Pampa e Mata Atlântica decorrente de processos geológicos de formação do relevo ao longo do tempo. As matas³⁷ do município ocorrem dos relevos planos aos morros mais elevados e possuem espécies que variam de 1,50 a 15,00 metros de altura (HASENACK e al, 2008, p. 56-63). Restam apenas 10,2% da vegetação campestre original que é composta por vegetação arbustiva e herbácea com ocorrência nos locais onde as matas foram removidas ou ambientes mal drenados como os banhados. Nos topos de morro ocorrem as composições rupestres com maior riqueza de espécies caracterizado pelas gramíneas (HASENACK e al, 2008, p. 64).

³⁷ Higrofilas, mesófilas, subxerófilas, psamófilas, ripárias, brejosas, maricazais e sarandizais.

Tendo como objetivo garantir a preservação do bioma Mata Atlântica na cidade, a Resolução nº 002/2023 do Conselho Municipal de Meio Ambiente (COMAM) aprovou o *Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica do Município de Porto Alegre*, tendo como diretriz a instituição de um Grupo de Trabalho para acompanhar e implantar o *Plano Operativo Anual (POA-PMMA)* que deve estar alinhado com o Plano de Ação Climática (PLAC) e o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental (PDDUA).

O Plano Municipal de Mata Atlântica é um instrumento de planejamento ambiental de Porto Alegre que deve ser revisto a cada cinco anos, e tem por objetivos: promover a conservação do bioma evitando o desmatamento, promover o desenvolvimento sustentável e subsidiar o município de Porto Alegre na gestão ambiental. O plano também prevê a criação dos corredores ecológicos do Parque Saint' Hilaire, do Lami-Ponta do Arado, Arroio do Salso, da Extrema e do Morro do Osso que juntamente com os corredores já definidos do Morro São Pedro visa expandir a abrangência deste instrumento. Entretanto, devem ser mais detalhados com relação aos aspectos ambientais dos fragmentos florestais existentes (PORTO ALEGRE, 2023b, p. 366).

Uma Ordenação tem por objetivo projetar a dispersão de variáveis no espaço multidimensional em um número menor de dimensões para analisar a existência de alguma ordem (LEGENDRE e LEGENDRE, 2012, p. 434). Um estudo sobre os aspectos florísticos e ecológicos da vegetação campestre do Morro da Polícia em Porto Alegre realizado por uma Análise de Agrupamento, identificação do Índice de Diversidade de Shannon e uma Ordenação por Coordenadas Principais indicou riqueza de espécies e grupos nítidos que estão sujeitos a fatores ambientais como insolação e altitude (BOLDRINI *et al.*, 1998). Uma análise de agrupamento realizada por Santos, et al. (2004) em Rio Vermelho e Serra Azul de Minas (Minas Gerais) com 37 espécies arbóreas apontou a necessidade de melhores critérios por parte de pesquisadores para a classificação de grupos ecológicos (SANTOS *et al.*, 2004) e uma pesquisa com grupos florísticos em florestas estacionais decíduais no Rio Grande do Sul observou distintos padrões de compartilhamento demonstrando o trânsito de espécies entre os grupos amostrais analisados (SCIPIONI, GALVÃO e LONGHI, 2013).

Considerando a riqueza das variáveis analisadas, a formação de um grupo composto pelos pássaros e a paisagem mostra coerência em decorrência de que, em comparação à fauna, os pássaros são os mais abundantes. Estima-se a existência entre 50 a 428 bilhões de aves no planeta Terra (MAIN, 2021), animais estes que são descendentes de um grupo de répteis chamado *Archosauria*, sendo que há fósseis, como o do *Archaeopteryx* (Jurássico Superior) que é uma transição entre répteis e aves. Estes animais se desenvolveram biologicamente ao longo

dos milhares de anos e adquiriram penas. Os primeiros pássaros dieta estritamente carnívora, ao contrário das aves modernas que são generalistas e podem se alimentar tanto de animais como de vegetais.(SILVEIRA, 2018c).

Muitas espécies de aves aquáticas desenvolveram diversas adaptações morfológicas e fisiológicas para aproveitar melhor os recursos fornecidos pelas zonas úmidas; dessa forma, utilizam estes ambientes em períodos sazonais para cobrir uma determinada fase do seu ciclo de vida anual como nidificação, reprodução ou alteração de plumagem (BLANCO, 1999). Nos campos secos (topos de morros) da região metropolitana de Porto Alegre, habitam espécies de pássaros como a *Athene cunicularia* (coruja do campo); há catalogação nas florestas do *Pitangus sulphuratus* (bem-te-vi-dourado) (Figura 27), nas restingas o *Colaptes campestris* (pica-pau do campo) e nas áreas úmidas do delta do Jacuí a *Ardea Alba* (garça-branca-grande) (MENEGAT *et al.*, 1998), que são espécies que aparecem nos estudos analisados neste trabalho.

Figura 27 - *Pitangus sulphuratus* (bem-te-vi-dourado).



Fonte: Foto de Edison Borges (SILVEIRA, 2018e).

O grupo formado pelos mamíferos, os répteis/anfíbios e a flora (aquática, campestre e florestal) sugere a existência de espaços bem preservados numa transição entre campo e floresta com a presença da água. O Brasil possui 795 espécies da herpetofauna catalogadas e é o terceiro país com maior riqueza destes animais no planeta (SILVEIRA, 2018d), que são relacionados ao ambiente aquático. Marques *et al.* (2009) mostram num estudo sobre a diversidade de répteis no município de São Paulo que os ambientes característicos de ocorrência (subterrâneo, terrícola, arborícola e aquático) estão associados às condições de preservação dos locais em que vivem e aponta a falta de conectividade entre os parques públicos da cidade como fator que influencia na diversidade da herpetofauna (MARQUES *et al.*, 2009).

Num estudo realizado numa planície costeira do município de Rio Grande (Rio Grande do Sul), com o objetivo de inventariar a composição da herpetofauna em um fragmento de mata

paludosa³⁸, observou-se que 71% das espécies foram encontradas nas formações do tipo “corredores”, nos quais todas as espécies de anfíbios foram coletados em áreas alagadas e lagartos, como o *Tupinambis merianae*, foram observados tanto em formações florestais como áreas abertas. O estudo indica que a conservação destes ambientes é fundamental para a preservação deste grupo de espécies (QUINTELA, PINHEIRO e LOEBMANN, 2011).

Os mamíferos modernos descendem de um grupo ancestral chamado *cinodonte* (do período Triássico) que possuem características semelhantes aos atuais répteis e mamíferos. Estes animais pré-históricos possuíam uma dieta carnívora, apesar de existirem também algumas espécies herbívoras. Os primeiros mamíferos eram animais de pequeno porte e tinham hábitos noturnos. Com o desenvolvimento biológico ao longo dos milênios, os mamíferos adquiriram dentes diversificados, crânio fundido e características externas como pelos e glândulas mamárias (SILVEIRA, 2018b). A fauna de mamíferos do Rio Grande do Sul registra aproximadamente 35% do total conhecidos no Brasil e muitos aspectos ecológicos e biológicos desta subclasse de animais vertebrados ainda são pouco conhecidos, como os hábitos noturnos e a baixa densidade de suas populações (SILVA, 1994). Em ambientes urbanos geralmente a riqueza de espécies é reduzida e a fragmentação de habitats pode aumentar ou diminuir as populações. Para os mamíferos de maior porte, a fragmentação pode deixar as áreas muito reduzidas para o território de um indivíduo para proporcionar condições de alimentação, locais de descanso e reprodução (BAKER *et al.*, 2003). (PENTER *et al.*, 2008).

A composição da fauna atual do Rio Grande do Sul é o resultado de eventos como o isolamento geológico, invasões de outras espécies, o clima e a ação do ser humano sobre o ambiente (MENEGAT *et al.*, 1998, p. 59-68). A presença dos répteis, anfíbios e mamíferos num grupo com a riqueza da fauna (aquática, campestre e florestal) sugerem a localização deste grupo no gradiente positivo da ordenação das unidades amostrais onde se localizam os bairros Belém Novo, Lajeado, Lomba do Pinheiro e a orla do Guaíba (bairros Tristeza, Sétimo Céu entre outros). Os dados apontam a existência de ambientes bem preservados onde habitam espécies da herpetofauna como: a *Philodryas olfersii* (cobra cipó), o *Teius oculatus* (lagarto verde) e o *Caiman latirostris* (jacaré do papo amarelo) (MENEGAT *et al.*, 1998, p. 59-68), cujas espécies constam nos estudos analisados. Esses ambientes provavelmente estão associados às Áreas de Preservação Permanente da zona sul e à influência hídrica do lago Guaíba, cujos efeitos sobre a urbanização e a agricultura na região metropolitana de Porto Alegre têm causado impactos ambientais que refletem na qualidade da água bruta deste

³⁸ Com alta concentração de água (DE ARAUJO PINTO-SOBRINHO e DE GOUVEIA SOUZA, 2012).

importante corpo hídrico, que se encontra poluído e com usos limitados (ANDRADE *et al.*, 2019).

Os estudos inventariaram espécies de mamíferos como o *Lycalopex gymnocercus* (graxaim do mato), a *Cavia magna* (preá) e o *Alouatta guariba clamitans* (bugio-ruivo), que necessitam de florestas bem preservadas para se estabelecerem. Considerando a dinâmica urbana e ambiental de Porto Alegre, os resultados mostram que o bioma Mata Atlântica, ao que tudo indica, está mais preservado (mesmo quando próximo ao centro da cidade) e o bioma Pampa tende a ser o mais fragmentado pela agricultura e pela agropecuária. Possivelmente, uma das causas para a degradação deste ambiente se deva à tendência natural de ocupação dos relevos com menor declividade (LOGE, FONSECA e SILVEIRA, 2023), à simplicidade paisagística em relação a outros biomas (como o Amazônico ou Mata Atlântica por exemplo) e ao recente reconhecimento deste bioma (somente em 2004) pela importância ecológica que possui. Não obstante os impactos da ação antrópica sobre o Pampa, os inventários listam mamíferos como *Ozotoceros bezoarticus* (veado campeiro) (Figura 28), que vivem em campos abertos, têm hábitos diurnos, são sociáveis e vivem em pequenos grupos ou indivíduos solitários (SILVEIRA, 2018a) indicando a presença de espaços que possibilitam a existência destas espécies.

Figura 28 – *Ozotoceros bezoarticus* (Veado-campeiro).



Fonte: foto de Scott Presnell (SILVEIRA, 2018a).

A investigação vai na direção dos dados da organização SOS Mata Atlântica que indica que o bioma se encontra bem preservado no município e não há diagnóstico de supressão destas matas na região metropolitana de Porto Alegre. Os resultados mostram a semelhança dos campos com os demais estratos da paisagem e o agrupamento com as aves indica a importância

do bioma Pampa no contexto ambiental da região, principalmente na zona sul onde a formação de mosaicos com as florestas possibilita rica diversidade de espécies.

Apesar da presença marcante do ambiente aquático na região metropolitana, a menor riqueza de espécies em comparação com outros ambientes e o grupamento feito da flora aquática com as floras campestre e florestal, os mamíferos e os anfíbios, possibilita a interpretação da existência de Áreas de Preservação Permanente dos arroios em bom estado de conservação.

Esta etapa da pesquisa indica um potencial corredor ligando o extremo da zona sul à Lomba do Pinheiro, Morro Santana, Sarandi e ilhas como trajeto potencial para uma Trama Verde-Azul. Este corredor atravessa espaços compostos por campos rupestres, maciços florestais e Áreas de Preservação Permanente, em relevos com altas declividades da zona sul até as planícies alagáveis da zona norte.

Os dados mostram que uma TVA não se limita a áreas verdes, mas deve contemplar todos os ambientes, principalmente considerando as características dos biomas em que está inserida. A análise multivariada se mostra viável como instrumento de diagnóstico que pode contribuir com o planejamento urbano e ambiental para delimitação de uma Trama Verde-Azul na cidade de Porto Alegre, podendo ser testada em outras localidades, com as eventuais adaptações necessárias.

CAPÍTULO 4: DELIMITAÇÃO DE UMA TRAMA VERDE-AZUL COM BASE NOS GRAVAMES DA LEGISLAÇÃO URBANÍSTICA E AMBIENTAL DE PORTO ALEGRE

4.1. Introdução

Entende-se por biodiversidade o grau de variação das formas de vida em um ecossistema, sendo que a Convenção sobre Diversidade Biológica (1992) define no artigo 2º a *Diversidade biológica* como:

“A variabilidade de organismos vivos de todas as origens, compreendendo, dentre outros, os ecossistemas terrestres, marinhos e outros ecossistemas aquáticos e os complexos ecológicos de que fazem parte; compreendendo ainda a diversidade dentro de espécies, entre espécies e de ecossistemas”.
(BRASIL, 1996, p. 2)

A biodiversidade no planeta Terra foi formada ao longo de milhões de anos, entretanto, nos últimos 200 anos, as atividades humanas provocaram enormes impactos na natureza ocasionando a extinção de mais espécies do que nos 65 milhões de anos anteriores. Este processo nos apresenta o desafio de inverter a ameaça da capacidade dos ecossistemas de fornecer oxigênio, água e solo de boa qualidade para os seres vivos como um todo (TCPA, 2004, p. 6). A vida no Planeta Terra somente é possível pela diversidade da biosfera, os gases, o clima da baixa atmosfera, a água e os recursos da litosfera. Um dos elementos estruturadores do planeta, o solo é uma coleção de corpos naturais dinâmicos (tridimensionais) que ocupam a maior parte do manto superficial do nosso planeta e é constituído por partes sólidas, líquidas e gasosas, cuja estrutura é formada por minerais e matéria orgânica (EMBRAPA SOLOS, 2013).

O ecossistema é composto de uma parte física (água, gases atmosféricos, sais minerais e radiação solar) e de parcela viva composta de plantas, animais e micro-organismos que se relacionam formando um sistema estável (meio biótico e abiótico). Nesta dinâmica natural, a função ecossistêmica tem a missão de viabilizar a produção de alimentos, lenha, medicamentos, água potável, a purificação do ar, da água, a polinização das culturas, a manutenção da coesão do solo, o armazenamento de carbono e a regulação da temperatura (EMBRAPA, 2024).

Os limites do solo são a atmosfera na parte superior e lateralmente limita com os corpos de água, rochas, gelo, áreas cobertas por detritos de baixa compactação, aterros ou terrenos sob espelhos de água permanentes. O limite inferior (de difícil definição), em geral, passa gradualmente para rochas de maior densidade, alteradas pelo intemperismo físico-químico ou

sedimentos que não apresentam sinais da influência de atividade biológica (EMBRAPA SOLOS, 2013, p. 27). Esta dinâmica caracteriza a composição dos solos por camadas ou horizontes formados ao longo do tempo sob a influência do clima, organismos vivos e o relevo, possibilitando condições adequadas para o desenvolvimento das plantas (EMBRAPA SOLOS, 2013, p. 27). O solo é composto por horizontes, que são camadas paralelas à superfície diferenciadas pela composição, cor, textura e estrutura. A espessura do solo, via de regra está associada ao grau de declividade com relação à linha do horizonte, sendo mais profundos nas menores declividades e mais rasos nas encostas mais íngremes de maior declividade. Os horizontes do solo são classificados em O, A, B, C e que possuem composições diferentes conforme Tabela 21:

Tabela 21 - Horizontes do Solo (EMBRAPA SOLOS, 2013).

Horizonte	
O	Alta presença de matéria orgânica, água, fauna e flora.
A	Matéria orgânica, água e sais minerais
B	Sais minerais e materiais dos horizontes O e A inclusive com presença de ar.
C	Parcelas de rochas desintegradas do horizonte D e possui grande presença de ar.
D	Rocha matriz

Porto Alegre está localizada geologicamente na morfoescultura do Escudo Uruguaio Sul rio-grandense (centro do estado do Rio Grande do Sul), no cinturão de rochas Dom Feliciano (MOURA e DIAS, 2012), e dividem-se em duas grandes unidades morfoesculturais:

1. Unidade morfoescultural Planalto Uruguaio Sul rio-grandense: Trata-se do relevo predominante de morros e colinas em torno de 50m a 100m no centro do município com vales entalhados em “v” onde situam-se as principais nascentes dos cursos d’água e a vegetação de maior porte (MOURA e DIAS, 2012). Nesta Unidade, via de regra, os solos são classificados como *Neossolos litólicos*, pois são rasos e com grande incidência de afloramentos rochosos (HASENACK e al, 2008).

2. Unidade morfoescultural Planície ou Terras baixas costeiras: É constituída por colinas isoladas, patamares planos, planícies flúvio-lagunares, banhados, cordões arenosos, planícies fluviais, planícies deltaicas e superfície plana tecnogênica. Esta composição se situa principalmente no norte, oeste e sul do município, correspondendo às menores altitudes e

declividades. As colinas têm origem em sedimentos arenosos depositados em virtude dos movimentos de transgressão e regressão do nível do mar no Pleistoceno (HASENACK e al, 2008).

A elevação da temperatura do Planeta afeta diretamente a fauna e a flora como um todo e é uma das causas da mudança de habitats e do desaparecimento de muitos grupos de espécies que não conseguem se adaptar às novas realidades climáticas. Este desequilíbrio estimula a proliferação de endemias e acaba afetando a saúde e o bem-estar do próprio ser-humano (PÖTZ, 2012, p. 236). De acordo com o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (2013), as emissões de gases na atmosfera representam uma séria ameaça aos seres vivos como um todo; cada uma das últimas três décadas foi sucessivamente mais quente (na superfície terrestre) nos últimos 1400 anos. Evidências observacionais e de modelagem indicam que temperaturas superficiais mais altas em áreas poluídas desencadeiam alterações químicas na atmosfera através das emissões locais de ozônio e nas fontes naturais de aerossóis (IPCC, 2013).

A maioria dos seres vivos no planeta terra está sujeita à influência geofísica dos ciclos de rotação (diário e anual) da terra no seu eixo que alteram a altitude da posição solar. Para que muitos animais possam sobreviver e reproduzir-se, é necessário se adaptarem às constantes mudanças no ambiente natural através da migração de habitats. Este fenômeno ocorre desde simples comunidades de bactérias, algas, invertebrados, vertebrados até o próprio ser humano (BERTHOLD, 2001, p. 1). A migração sazonal de longa distância de muitas espécies de crustáceos ilustra a forma como as espécies se movimentam. Estes crustáceos viajam milhares de quilômetros nas profundezas do oceano e ocupam grandes extensões de costas continentais. A borboleta Monarca (*Danaus plexippus*) percorre mais de quatro mil quilômetros a partir do extremo norte do Canadá para se refugiar nos seus abrigos de inverno no México (PFEILER *et al.*, 2017). A mesma dinâmica é observada em várias espécies de vertebrados (peixes), anfíbios (sapos), répteis (tartarugas), mamíferos (baleias) entre outros.

A migração sazonal nas aves é um fenômeno de complexa alternativa de sobrevivência de muitas espécies em resposta à sazonalidade climática e de recursos para sobrevivência (BERTHOLD, 2001, p. 2). Os pássaros são bioindicadores da saúde dos nossos ambientes e a alteração do clima reflete na produção hormonal destes animais ocasionando reflexos na dinâmica migratória e de reprodução (DUFTY Jr e HOLBERTON, 2005). Braga (2015) mostra num estudo realizado com algumas espécies de pássaros da família *Tyrannidae*, que os locais mais apropriados para hibernação e reprodução serão alterados no futuro próximo devido a diminuição de territórios, das distâncias a serem percorridas (que podem diminuir ou aumentar

de acordo com a espécie) e a dificuldade de obter fontes de alimentos (insetos) que são fortemente influenciados pelas alterações do clima (BRAGA, 2015).

O grande desafio da atualidade é a compatibilização das atividades humanas com dinâmica dos ambientes naturais, principalmente neste momento da humanidade em que aproximadamente 50% da população do planeta habita em cidades (ONU, 2022, p. 17). Nos dias atuais, as distâncias têm sido encurtadas pelos meios de transporte e as novas tecnologias possibilitam maior abrangência das atividades tipicamente urbanas nos locais mais afastados dos grandes centros urbanos (MAGALHÃES, 2008). As nossas cidades necessitam proporcionar para seus habitantes cada vez mais serviços públicos e recursos (transporte, água potável, alimentos, entre outros) que vêm de regiões muitas vezes distantes. Esta dinâmica impacta no meio ambiente através de obras de infraestrutura como barragens, complexos sistemas de drenagem ou geração de energia por combustíveis fósseis. Tais interferências na natureza agravam o fenômeno de mudanças climáticas e exigem a adoção de ferramentas que possibilitem avaliar os impactos ambientais e a forma de mitigá-los.

A Ecologia da paisagem é uma disciplina com foco na compreensão de processos ecológicos e padrões espaciais, na qual seus fundamentos se baseiam no estudo da interação da urbanização com as áreas verdes, campos e culturas para a compreensão da dinâmica espacial (METZGER, 2001). Estudos realizados com base nos fundamentos desta disciplina devem focar na estrutura heterogênea do espaço que abriga ecossistemas interativos vistos da escala humana, bem como ser complementados com a estatística multivariada ou métodos analíticos quantitativos na tentativa de obter a explicação de fenômenos (FORMAN, 2008, p. 139).

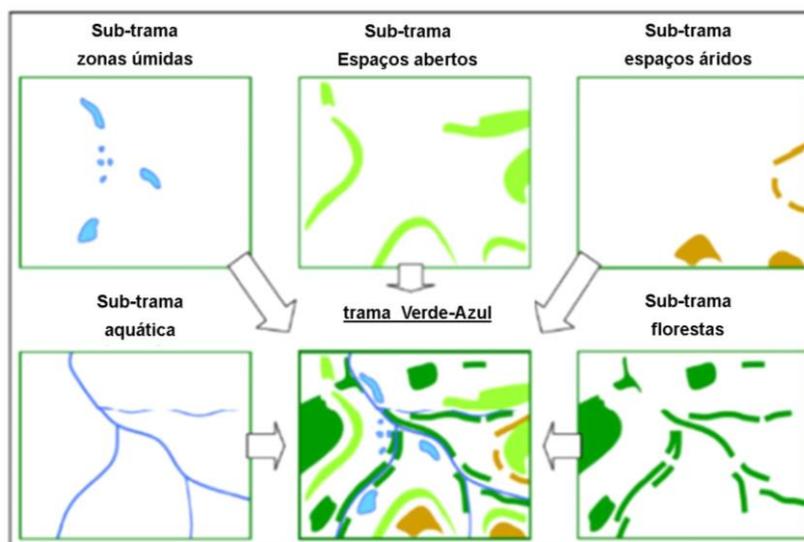
Um dos objetivos desta disciplina é identificar as causas da fragmentação das paisagens investigando a frequência e intensidade das perturbações nos ambientes naturais através da borda, áreas perfuradas, áreas núcleo e manchas. Grandes extensões de florestas, por exemplo, podem ser facilmente fragmentadas e alteradas qualitativamente por perturbações de intensidade baixa a moderada e frequência entre baixa a alta (TURNER, 1989).

No entanto, ainda há desafios a serem vencidos na construção de arcabouço teórico de forma a responder aos problemas ambientais da atualidade relacionados ao tema. Jean Tricart (1977) propõe que a paisagem é composta por unidades que mantêm relações recíprocas entre si e são influenciadas pelos fluxos de energia e materiais existentes na natureza. Para entender esta dinâmica, propõe o método de análise chamado *ecodinâmica*, na qual a ação humana é realizada num meio mutante e não inerte, cuja classificação divide o ambiente em três partes (TRICART, 1977, p. 35-55):

1. estáveis (referente a interface litosfera-atmosfera).
2. intergrades (caracterizado pela influência mútua constante dos seres vivos com os solos).
3. e meios instáveis (fortemente influenciados pela ação antrópica).

Forman (2008) apresenta cinco tópicos complementares entre si que devem ser sobrepostos e tratados pelo planejamento urbano sobre os sistemas naturais e as áreas verdes: (1) ecologia de ecossistemas, comunidades e populações; (2) ecologia de ambientes aquáticos de rios/mares; (3) terra e solo; (4) microclima/poluentes atmosféricos e (5) espaços verdes (FORMAN, 2008, p. 80). Amsallem et al. (2010) indicam que os cursos de água estruturam os corredores e reservatórios de biodiversidade; sustentam que a Trama Verde-Azul deve tratar cada meio como dependente de outro auxiliar e a sobreposição destas camadas (Figura 29) formam a rede ecológica geral do território (AMSALLEM, DESHAYES e BONNEVIALLE, 2010).

Figura 29 - Composição da Trama Verde-Azul a partir de sub tramas ecológicas específicas



Fonte: (AMSALLEM, DESHAYES e BONNEVIALLE, 2010), traduzido pelo autor (LOGE, 2018).

Uma das ferramentas do planejamento territorial é o zoneamento ambiental que deve prever a integração de disciplinas na busca das potencialidades para uma relação harmônica entre sociedade e natureza. Este mecanismo deve ser analisado de forma integrada através do princípio de funcionalidade dos componentes físicos e bióticos da natureza e passa pelo conhecimento dos solos, dos corpos de água, do clima, das espécies (fauna e flora) e da

paisagem (ROSS, 1994). A urbanização nos dias atuais deve ser orientada com ações que mitiguem os efeitos recentes do aquecimento global sobre a biodiversidade com soluções de resiliência na busca de ambientes mais saudáveis para os animais e a humanidade como um todo (PÖTZ, 2012, p. 11).

A análise multicritério é uma ferramenta da estatística espacial em que a sobreposição ponderada multicritério é o processo orientado pelos atributos que o espaço deve possuir. Utilizando esta ferramenta, o objetivo desta etapa é conceituar e classificar através do padrão ecológico espacial mais favorável, a delimitação para a Trama Verde-Azul em Porto Alegre realizando a ponderação de camadas que representam a biodiversidade (riqueza de espécies), fragilidade ambiental (solos), mobilidade de espécies (temperatura de superfície em C°) e paisagem (urbana, campestre, florestal e aquática).

4.2. Materiais e Métodos

4.2.1. Padrão Ecológico Espacial

O padrão ecológico está relacionado à abundância, dimensão dos habitats, conectividade com outros espaços e no modo como as espécies se distribuem em comunidades naturais ao longo do tempo por parâmetros demográficos que recebem influências do ambiente (TOWNSEND, BEGON e HARPER, 2010, p. 390). A evolução das espécies resulta de padrões ecológicos que dependem das oscilações nos parâmetros envolvidos no crescimento populacional (GODOY, 2012) e dentre os padrões encontrados na natureza, observa-se o “gradiente de diversidade latitudinal” em grupos de plantas, répteis, aves e mamíferos. Neste padrão, a alta riqueza de espécies nos trópicos é maior, em comparação aos espaços de clima temperado decorrentes das temperaturas mais elevadas e maior estabilidade climática das florestas tropicais próximas ao equador (HILLEBRAND, 2004).

Nos ambientes áridos, predomina o “gradiente latitudinal reverso”, que reflete na abundância de plantas e diversidade de cores de flores que pode estar relacionado às variações climáticas, heterogeneidade de habitat e a produtividade do ambiente (DRYFLOR *et al.*, 2016). Considerando o relevo como parâmetro, considera-se que quanto maior a altitude dos relevos terrestres e maior a profundidade nos ambientes aquáticos, menor a abundância de espécies (TOWNSEND, BEGON e HARPER, 2010, p. 392).

A distribuição das plantas no espaço não é aleatória e está relacionada a três grandes categorias de fatores: morfológicos baseados no tamanho e crescimento das populações, ambientais relacionados a espaços heterogêneos e fitológicos através da interação das plantas

com outras (DALE, 2000, p. 6). No entanto, indivíduos isolados de vegetais podem estar a ocorrer no espaço de três formas: aleatória, quando localizadas ao acaso, em intervalos regulares, ou agregada em grupos (LUIZ e BARRETO, 1995).

Em cartografia, padrão se refere àquilo que é estabelecido para a determinação de uma qualidade ou grandeza (OLIVEIRA, 1993, p. 403), sendo que através desta disciplina é possível realizar a representação de estudos e operações científicas que objetiva alcançar resultados baseados em pesquisas realizadas para a elaboração de mapas, representações de elementos, fenômenos e ambientes (MOREIRA *et al.*, 2014).

A partir do entendimento de padrão ecológico relacionado a abundância de espécies, este estudo define Padrão Ecológico Espacial como:

“Padrão Ecológico Espacial: Qualidade de um ambiente baseado na riqueza da biodiversidade que ele contém, fragilidade do solo e da temperatura mais favorável para a ocorrência das espécies da fauna e flora”.

A partir da conceituação do Padrão Ecológico Espacial, o trabalho estabelece cinco classes: muito-fraco, fraco, médio, forte e muito-forte. A Trama Verde-Azul será delimitada a partir do padrão “muito-forte” por considerar a classe mais favorável para a biodiversidade devido aos climas mais amenos e os solos mais sensíveis com ocorrência nos ambientes urbano, campestre, florestal e aquático.

4.2.2. Análise Multicritério

A delimitação da Trama Verde Azul na área de estudo será feita através da Análise Multicritério utilizando as camadas:

1. Biodiversidade: A camada foi realizada com a interpolação do índice de Shannon das unidades amostrais realizadas com o geoprocessamento.
2. Fragilidade ambiental: A camada foi feita com a vetorização de um modelo digital de elevação e reclassificado em porcentagem conforma a classificação de Ross (1994).
3. Mobilidade de Espécies: Esta camada é representada por um mapa de temperatura superficial processado na plataforma *Google Earth Engine*.
4. Paisagem: Esta camada é composta pelas classes urbano, campos, florestas e água processadas na plataforma *Google Earth Engine*.

A Análise Multicritério utiliza uma matriz de comparações de razão que é multiplicada pelos pesos atribuídos a cada prioridade (Equação 2), em relação a um único critério, a fim de ponderar os objetivos a serem alcançados (SAATY e VARGAS, 2001, p. 8):

Equação 2 – Matriz de comparações multicritério

$$\begin{pmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & \dots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & \dots & w_2/w_n \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \dots & w_n/w_n \end{pmatrix} \begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{pmatrix} = n \begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{pmatrix}$$

O método AHP (*Analytical Hierarchy Process*) é uma técnica da estatística multivariada proposta por Saaty (1991) que orienta a tomada de decisão a partir da comparação de um conjunto de dados pela escolha da alternativa mais adequada. Esta escolha é baseada na experiência racional e intuitiva realizada por julgamentos simples de comparação de pares que são usados para desenvolver prioridades gerais para classificar as alternativas (SAATY e VARGAS, 2001, p. 2). O Processo de Análise Ponderada compara valores por pares, considerando a importância relativa atribuído a cada par, em que possui a estrutura de uma matriz quadrada ($n \times n$) onde as linhas e colunas contêm os mesmos fatores.

A ponderação foi feita com uma amostra de doze profissionais familiarizados com o tema, que participaram desta etapa simultaneamente ao questionário aplicado no Capítulo 2 através da dinâmica bola de neve. Foram atribuídos pesos na comparação aos pares para as variáveis: biodiversidade, fragilidade ambiental dos solos, temperatura e a paisagem que obteve as importâncias indicadas na Tabela 22.

Tabela 22 - Atribuição de importância para a análise multicritério

Determinação da importância relativa dos critérios

Assinale a casa conforme a importância de cada critério.

Para cada par de critérios, a casa 0 corresponde a igual importância de ambos os critérios e as casas 9 correspondem a uma importância muito maior de um em comparação ao outro.

MOBILID. ESPÉCIES	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	FRAGILIDADE SOLO
	9 8 7 6 5 4 3 2 1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	
MOBILID. ESPÉCIES	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	PAISAGEM
	9 8 7 6 5 4 3 2 1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	
MOBILID. ESPÉCIES	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	BIODIVERSIDADE
	9 8 7 6 5 4 3 2 1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	
FRAGILIDADE SOLO	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	PAISAGEM
	9 8 7 6 5 4 3 2 1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	
FRAGILIDADE SOLO	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	BIODIVERSIDADE
	9 8 7 6 5 4 3 2 1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	
PAISAGEM	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	BIODIVERSIDADE
	9 8 7 6 5 4 3 2 1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	

A base analítica desta ferramenta é uma matriz hierárquica empírica que está sujeita a incertezas e cuja tolerância para a sua aceitação deve obter uma razão de consistência randômica menor do que 10% (COSTA, 2002, p. 76), onde a verificação é feita pela equação 3:

Equação 3 - Índice de Consistência

$$Ic = \frac{\lambda_{\text{máx}} - n}{n - 1}$$

Onde: $\lambda_{\text{máx}}$ = autovalor (Eigenvalue) principal e n= número de critérios.

Para o cruzamento dos mapas utilizados, estes devem ser normalizados no intervalo de 0 a 1 para a representação das variáveis numa mesma escala e possibilitar a comparação pixel a pixel. Este cruzamento é realizado pela variação linear conforme equação 4 (EASTMAN, 1997):

Equação 4 - Normalização de pixels.

$$X_i = (R_i - R_{\min}) / (R_{\max} - R_{\min})$$

Onde: R_i = valor do *raster* a ser normalizado; R_{\min} = valor mínimo do *raster*; R_{\max} = valor máximo do *raster*.

Através da ponderação de pesos é possível efetuar a compensação dos fatores onde os valores mais baixos são compensados pelos mais altos cuja combinação dos fatores é calculada através da equação 5:

Equação 5 - Ponderação das camadas

$$S = \sum i w_i x_i$$

Onde: S é o valor final do escore, w é o peso atribuído e x é o valor normalizado da camada.

Os valores normalizados foram reclassificados em: muito forte, forte, médio, fraco e muito fraco de forma a sugerir o Padrão Ecológico Espacial para os espaços mais significativos para a delimitação da Trama Verde-Azul em Porto Alegre conforme valores da Tabela 23:

Tabela 23 – Padrão Ecológico Espacial

Muito forte	> 0,7474
Forte	0,5729 – 0,7474
Médio	0,3985 – 0,5729
Fraco	0,2240 – 0,3985
Muito Fraco	<= 0,2240

4.3. Camadas da Análise Multicritério

4.3.1. Biodiversidade

Os índices de diversidade são medidas usadas para medir a variação de dados categóricos, sendo muito utilizados na Ecologia para medir a riqueza de espécies em estudos ambientais. Magurram (1988) indica três razões para os ecologistas se interessarem pela diversidade ecológica e suas mensurações: primeiro, trata-se de um tema central na ecologia por possibilitar a análise de padrões de variações temporais e espaciais de espécies; segundo, medidas de diversidade são frequentemente vistas como indicadores de bem-estar de sistemas

ecológicos; terceiro, a considerável possibilidade de discussão de um fenômeno viabilizada através de mensurações feitas com rapidez e simplicidade (MAGURRAM, 1988, p. 36).

O *índice de Shannon*³⁹ é baseado na “teoria matemática da informação” a partir do conceito de entropia⁴⁰ e é muito utilizado em estudos ambientais por considerar o número e tamanho das comunidades como probabilidade, sendo que a incerteza é baseada na distribuição da frequência de comunidades ecológicas (LEGENDRE e LEGENDRE, 2012). Magurram (1988) mostrou que o índice é muito sensível para a baixa riqueza de espécies por combinar variedade e uniformidade, onde o valor ‘h’ varia (na maioria dos casos) entre 1,5 e 3,5; sendo em torno de 3,0 para aproximadamente 100 espécies e 10⁵ para um ‘h’ maior do que 5,0 (MAGURRAM, 1988). Ele corresponde a zero quando houver somente uma espécie e aumenta à medida que novos indivíduos forem acrescentados na amostra (MAGURRAM, 1988, p. 36). O índice é calculado conforme Equação 6:

Equação 6 - Índice de Diversidade de Shannon

$$h = - \sum_{i=1}^q p_i \log p_i$$

Onde: h = Diversidade de espécies
 p = Frequência

Com base nos dados dos inventários indicados no capítulo três, foi calculado o Índice de Diversidade de Shannon das unidades amostrais indicadas na Tabela 24:

³⁹ Desenvolvido por Claude Shannon em 1948.

⁴⁰ Dispersão, aleatoriedade.

Tabela 24 – Unidades Amostras

1	Parque Saint Hilaire	14	Centro Popular Compras
2	Estação de Resíduos Serraria	15	Fecomércio
3	Adutora Belém Velho – Lomba do Sabão	16	Aeroporto Salgado Filho
4	Arado velho	17	Alphaville
5	Arena do Grêmio	18	Jóquei Clube
6	Beco Davi	19	Edgard Pires Castro
7	Bourbom Wallig	20	Estaleiro Parque Pontal
8	Cais Mauá	21	Metro POA
9	Belém Novo	22	Loteamento Agronomia
10	Wenceslau Escobar	23	Loteamento Afonso L. Mariante
11	Jardim Paz	24	Loteamento Ecovillage
12	Centro Comercial Alto Norte	25	Morro do Osso
13	Centro Com. Borges Medeiros	26	Morro São Pedro

As funções analíticas são ferramentas que se baseiam em pontos com valores conhecidos para estimar valores em pontos desconhecidos caracterizados como “superfície estatística”. A partir dos centroides dos polígonos das unidades amostrais processados no programa *Qgis* foi incluído o atributo *índice de Shannon* com os valores calculados no Programa *Past*; posteriormente, através da ferramenta “*interpoliar dados*”, foi utilizado o algoritmo *IDW* (inverse distance weighting) com o objetivo de verificar a influência de um ponto com relação ao outro. Este algoritmo estabelece uma superfície formada por pontos amostrais através da utilização de um coeficiente de ponderação que controla como a influência irá diminuir na medida que a distância do ponto desconhecido aumenta (QGIS, 2023) (BABAK e DEUTSCH, 2009).

4.3.2. Fragilidade dos solos

A análise empírica para o estudo da fragilidade do solo deve apoiar-se em levantamentos com informações sobre a declividade dos relevos, usos e manejos dos solos que possibilitam chegar a um diagnóstico hierárquico da fragilidade dos ambientes naturais. Ross (1994) indica cinco classes de declividade natural que sugerem riscos de processos erosivos, escorregamentos, deslizamentos e inundações conforme indicado na Tabela 25.

Tabela 25 - Fragilidade dos solos

Categoria hierárquica	Declividade
Muito fraca	Até 6%
Fraca	De 6 a 12%
Média	De 12 a 20%
Forte	De 20 a 30%
Muito Forte	Acima 30%

Fonte: (ROSS, 1994).

A partir desta premissa, este estudo adota a classificação de vulnerabilidade proposta por Ross (1994) onde o mapa de vulnerabilidade é realizado a partir de Modelo Digital de Elevação processada na plataforma *Google Earth Engine*, coleção USGS/SRTMGL1_003. A imagem foi exportada (extensão *tiff*) e processada no programa *Qgis* através da ferramenta *declividade* (menu *análise*) na aba *Raster*. Posteriormente foi reclassificada conforme os parâmetros da Tabela 25 e produzido um mapa de fragilidade ambiental de Porto Alegre conforme a classificação sugerida por Ross da declividade em porcentagem.

4.3.3. *Temperatura*

Com base em sete imagens da banda 10 do Satélite *Landsat 8*⁴¹, porcentagem de interferência atmosférica por nuvens menor de 5%, recorte temporal de 01/01/2020 a 31/08/2023, projetados num *modelo digital de elevação*⁴² e processados na plataforma *Google Earth Engine* foi produzido um mapa de temperatura média superficial que foi convertida de *Kelvin* para grau *Celsius* através da subtração dos valores por -273,15 utilizando o algoritmo *ui.Chart.feature.byFeature*. Na mesma plataforma foi processado um mapa de dispersão da temperatura superficial em relação à altimetria da cidade de porto Alegre utilizando quinhentos pontos de amostras.

4.3.4. *Paisagem*

Esta camada é a mesma utilizada no capítulo três e representa a base nas quais as outras três (biodiversidade, fragilidade ambiental e mobilidade de espécies) serão projetadas para a delimitação espacial da Trama Verde-Azul. Este mapa foi realizado através da classificação supervisionada pelo algoritmo *SmileCart*, processada na plataforma *Google Earth Engine* utilizando a imagem do satélite *Sentinel-2A*, *MSI (MultiSpectral Instrument)*, grade de referência UTM T22JDM de 19/01/2022, centralizados nas coordenadas (-51.20, -30.07), escala de 10 metros, com porcentagem de nuvens menor do que 10%.

Resumo do Método:

⁴¹ Coleção *Tier 1, Superficial Reflectance*.

⁴² Coleção *USGS/SRTMGL1_003*

O resumo do método do objetivo 3 está indicado na Tabela 26.

Tabela 26 - Resumo do método do Capítulo 4

Objetivo 3	Classificar através de um padrão ecológico espacial, os espaços mais favoráveis para a Trama Verde-Azul na área de estudo pelas camadas biodiversidade (riqueza de espécies), fragilidade ambiental (solos), mobilidade de espécies (temperatura superficial) e paisagem (urbana, campestre, florestal e aquática).
Técnica de coleta de dados	Imagens do satélite Sentinel 2A através da plataforma Google Earth Engine.
Técnica de análise de dados	Análise Multicritério
Tipo de Análise	Quantitativa
Resultados esperados	Delimitação espacial de uma Trama Verde-Azul através do padrão ecológico espacial “muito-forte”.

4.4. Resultados

Os índices de riqueza de espécies são ferramentas que podem indicar a qualidade ecológica de um ambiente e contribuir nos planos de manejo e na conservação dos ambientes naturais, salientando que análises realizadas com estes instrumentos também devem levar em conta a presença das espécies exóticas invasoras (BIONDI e BOBROWSKI, 2015). Com base nos dados de espécies indicadas no Capítulo 3, foi realizado o cálculo do Índice de Shannon no Programa *Past* 4.04 (HAMMER, 2012) conforme a abundância dos grupos, (coluna “j”) indicado na Tabela 27.

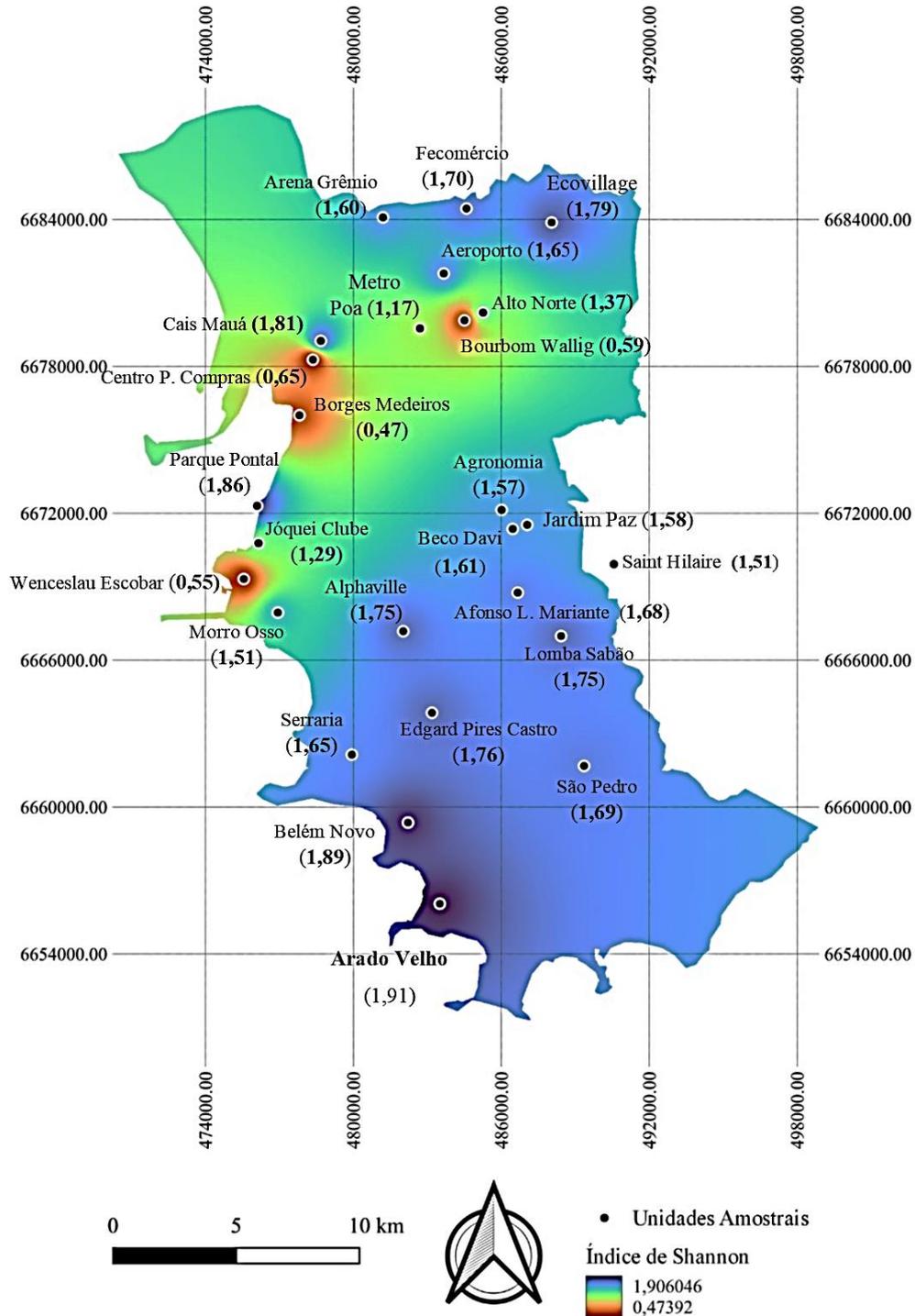
Tabela 27 - Abundância de espécies.

a	Aves Campos b	Aves Florestas c	Aves Aquática d	Répteis / Anfíbios e	Mamíferos f	Flora Campos g	Flora Floresta h	Flora Aquática i	Shannon j
1	44	61	29	46	0	6	149	1	1,51
2	29	21	15	11	0	29	103	23	1,65
3	23	37	6	9	23	3	13	1	1,75
4	61	50	31	42	15	68	104	13	1,91
5	31	26	6	5	7	82	95	11	1,60
6	28	40	2	11	10	42	117	11	1,61
7	0	0	0	0	0	12	31	0	0,59
8	47	23	15	9	11	19	55	4	1,81
9	34	32	16	14	6	15	53	13	1,89
10	0	0	0	0	0	4	13	0	0,55
11	28	40	2	11	10	2	49	1	1,58
12	14	11	0	0	3	10	34	0	1,37
13	0	0	0	0	0	13	46	2	0,65
14	0	0	0	0	0	3	14	0	0,47
15	50	21	24	20	3	3	34	1	1,70
16	20	4	12	27	7	82	91	17	1,65
17	46	50	16	16	14	44	118	7	1,75
18	11	15	1	0	5	23	67	0	1,29
19	29	23	17	7	7	10	48	1	1,76
20	42	22	14	7	5	36	41	10	1,86
21	9	10	0	0	0	29	56	1	1,17
22	32	51	4	11	12	69	169	17	1,57
23	31	45	3	13	8	52	91	7	1,68
24	33	8	11	5	6	21	3	6	1,79
25	42	56	7	22	5	170	252	31	1,51
26	31	45	3	13	8	52	91	7	1,69

(1) Parque Saint Hilaire, (2) Estação Resíduos Serraria (3) Adutora Belém-Lomba Sabão, (4) Arado Velho, (5) Arena Grêmio, (6) Beco Davi, (7) Bourbom Wallig, (8) Cais Mauá, (9) Belém Novo, (10) Wenceslau Escobar, (11) Jardim Paz, (12) Centro Comercial Alto Norte, (13) Centro Com. Borges Medeiros, (14) Centro Popular Compras, (15) Fecomércio, (16) Aeroporto Salgado Filho, (17) Alphaville, (18) Jôquei Clube, (19) Edgard Pires Castro, (20) Estaleiro Parque Pontal, (21) Metro POA, (22) Loteamento Agronomia, (23) Loteamento Afonso Lourenço Mariante, (24) Loteamento Ecovillage, (25) Morro do Osso e (26) São Pedro.

A interpolação resultou no mapa da Figura 30 no qual a tonalidade mais próxima do azul indica maior riqueza de espécies e a tonalidade mais próxima do vermelho indica menor riqueza.

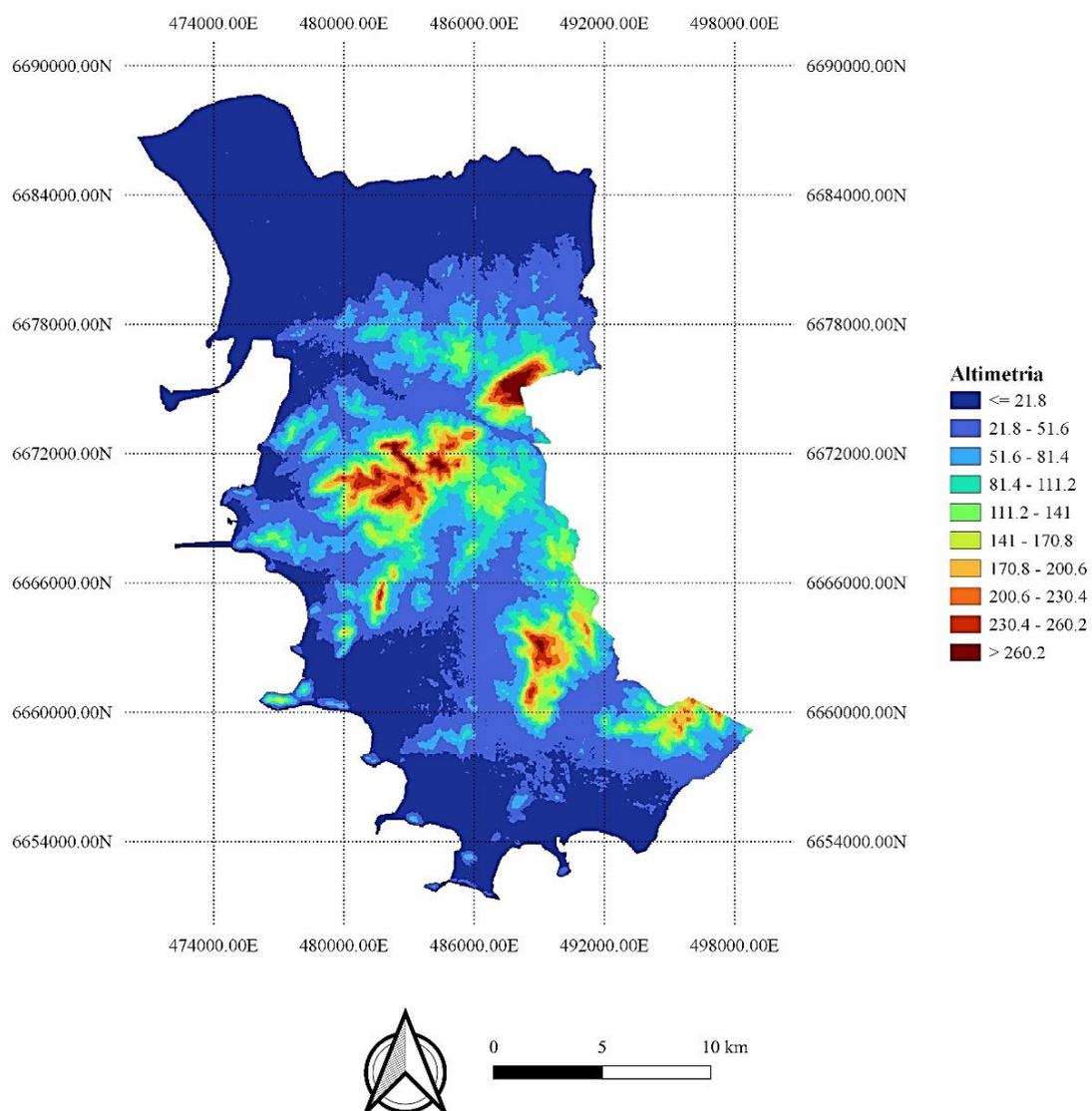
Figura 30 – Índice de Shannon de cada unidade amostral projetada sobre os dados interpolados



Fonte: Mapa feito pelo autor no *Qgis*.

O modelo digital de elevação indica que as maiores altitudes de Porto Alegre estão nos seus morros que possuem formas arredondadas com altitudes acima de quarenta metros (projeções mais setentrionais do Escudo Uruguaio Sul Riograndense) em localidades que abrangem os bairros Morro Santana, Cascata, Belém Velho, Chapéu do Sol, Hípica, Lomba do Pinheiro e a Extrema conforme indicado na Figura 31.

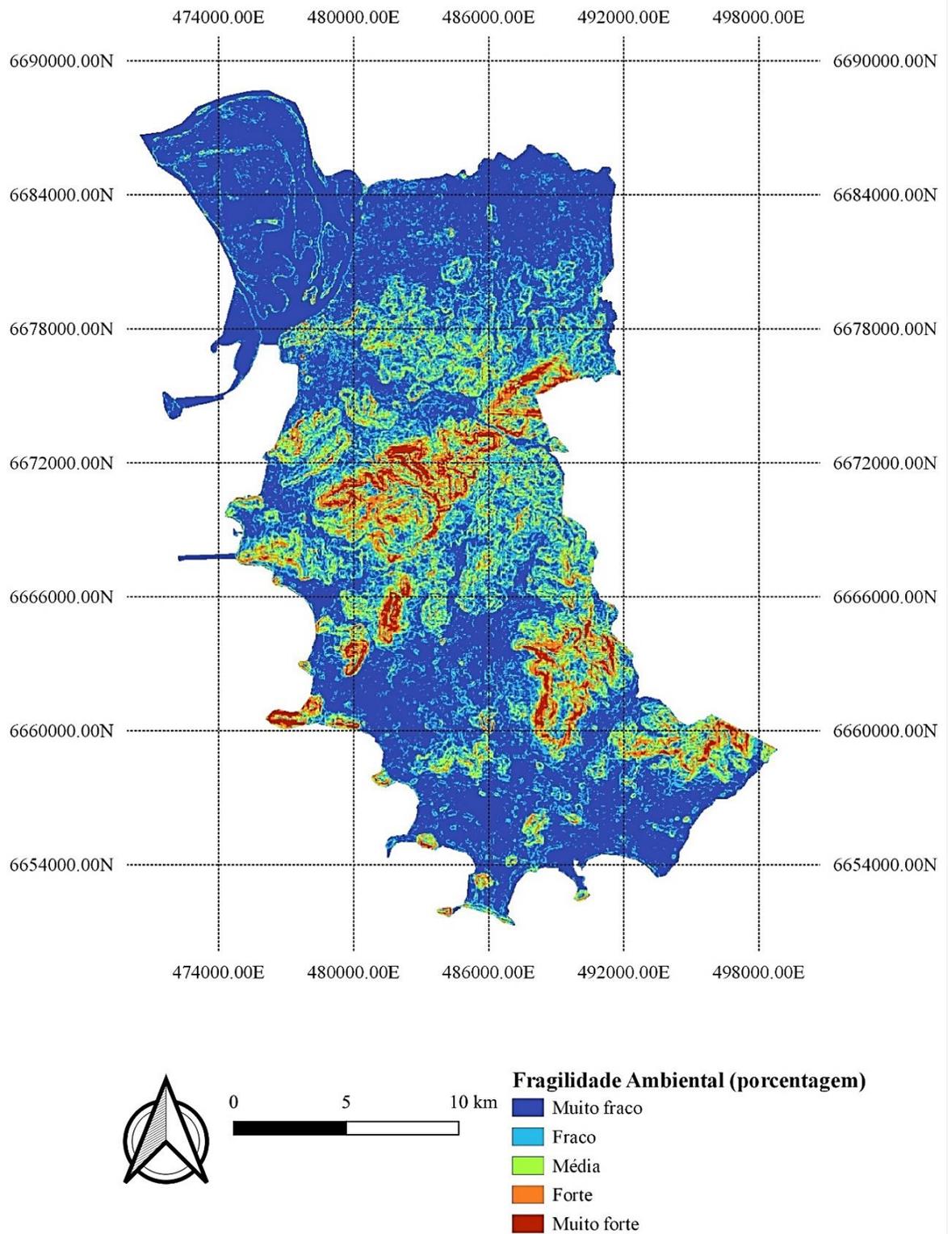
Figura 31 – Altimetria de Porto Alegre.



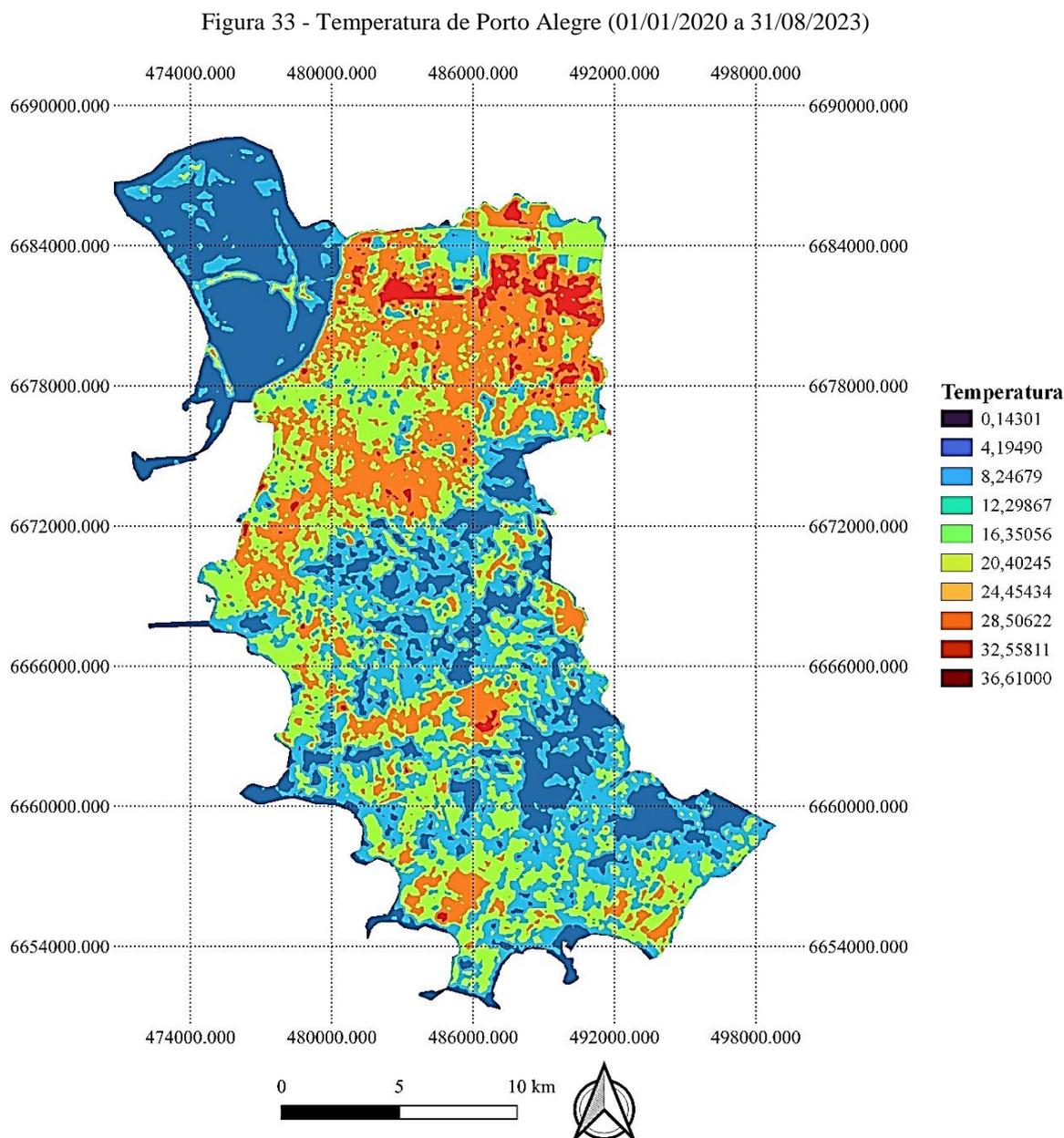
Fonte Feito no *Qgis* pelo autor.

A reclassificação do modelo digital de elevação para declividade conforme a categoria de fragilidade ambiental sugerida por Ross (1994) resultou no mapa da Figura 32.

Figura 32- Fragilidade Ambiental a partir da declividade em porcentagem.

Fonte: Feito pelo autor no *Qgis*

O momento atual exige a adoção de práticas que buscam o equilíbrio climático e combate às altas temperaturas, motivo pelo qual este trabalho considera as maiores desfavoráveis e as menores favoráveis. As menores temperaturas ocorrem nos relevos com altitudes médias de cem metros onde predominam as florestas e os campos rupestres. Nas planícies fluviais úmidas do Delta do rio Jacuí (Figuras 33 e 34).



Fonte: Processada na plataforma *Google Earth Engine* pelo autor.

Figura 34 - Mapa de Dispersão da temperatura e altimetria em Porto Alegre.

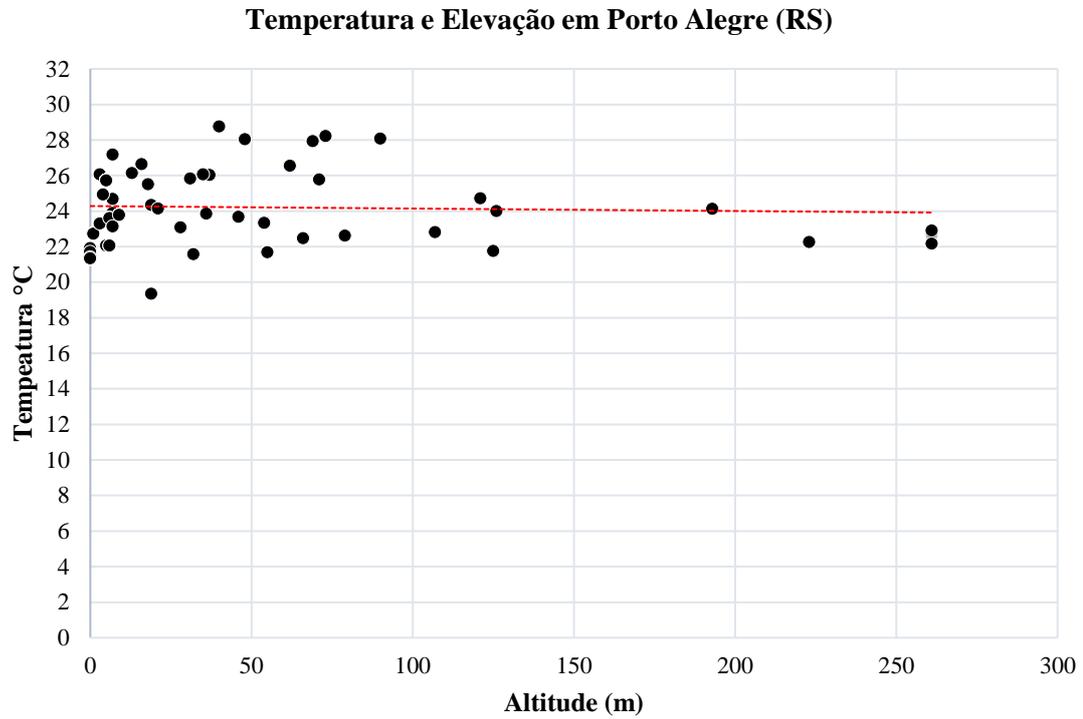
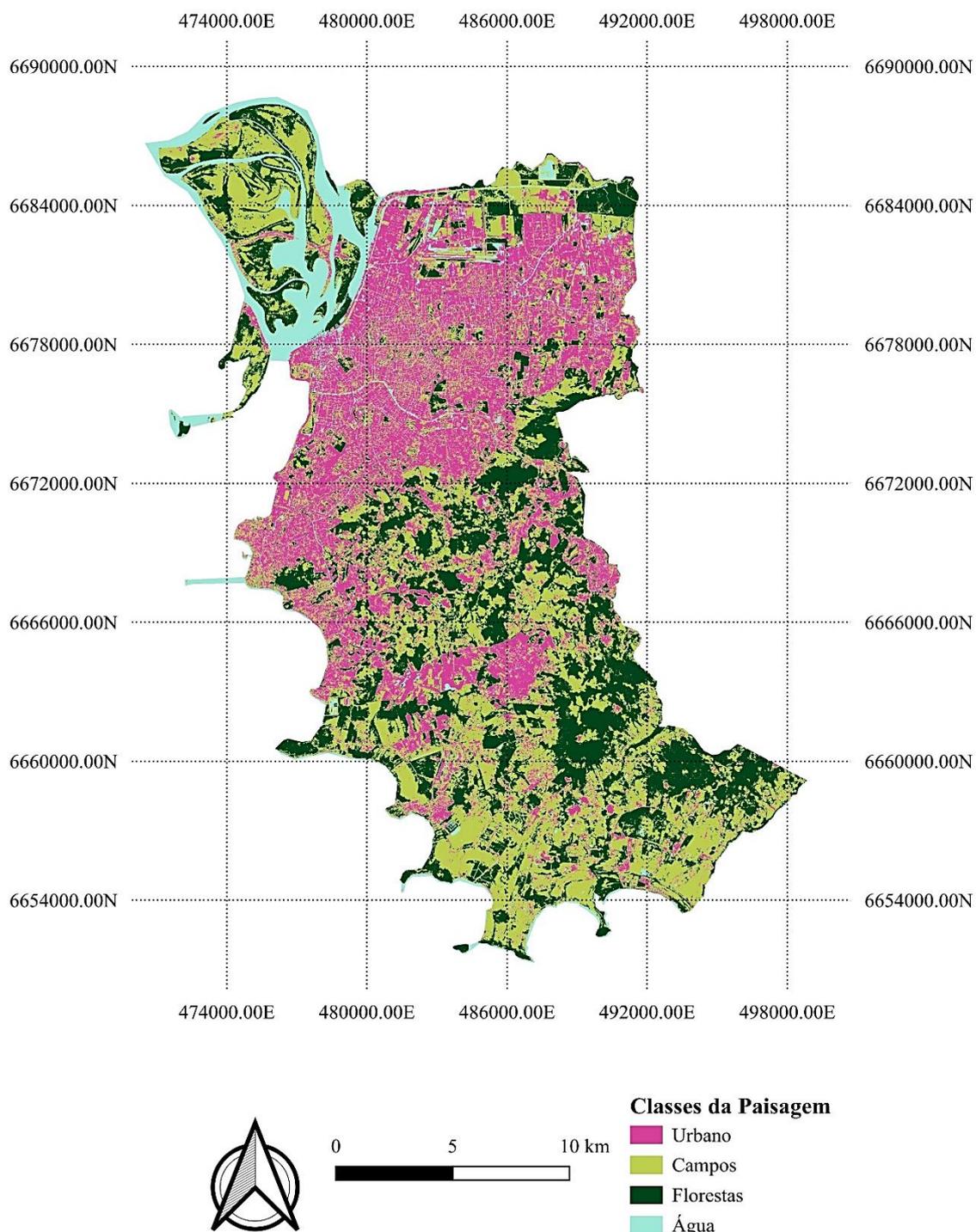


Figura 35 - Classificação



Fonte: Processada na plataforma *Google Earth Engine* e no *Qgis* pelo autor.

Com base na ponderação feita pelos especialistas na escala de prioridades para a realização da *análise multicritério*, os dados foram processados na plataforma “*Calculadora de*

*Prioridade AHP*⁴³ (GOPEL, 2018) que obteve a ponderação a ser aplicada conforme Tabela 28:

Tabela 28 - Resultados ponderados na comparação entre pares

Categoria	Prioridade	Classificação	(+)	(-)
1	Temperatura	7,6%	3	3,3%
2	Solo	6,25%	4	1,4%
3	Paisagem	23,1%	2	8,2,0%
4	Biodiversidade	63,1%	1	32,2%

O índice de consistência obtido foi de 8,2% que é considerado muito bom, cuja matriz de decisão consta na Tabela 29:

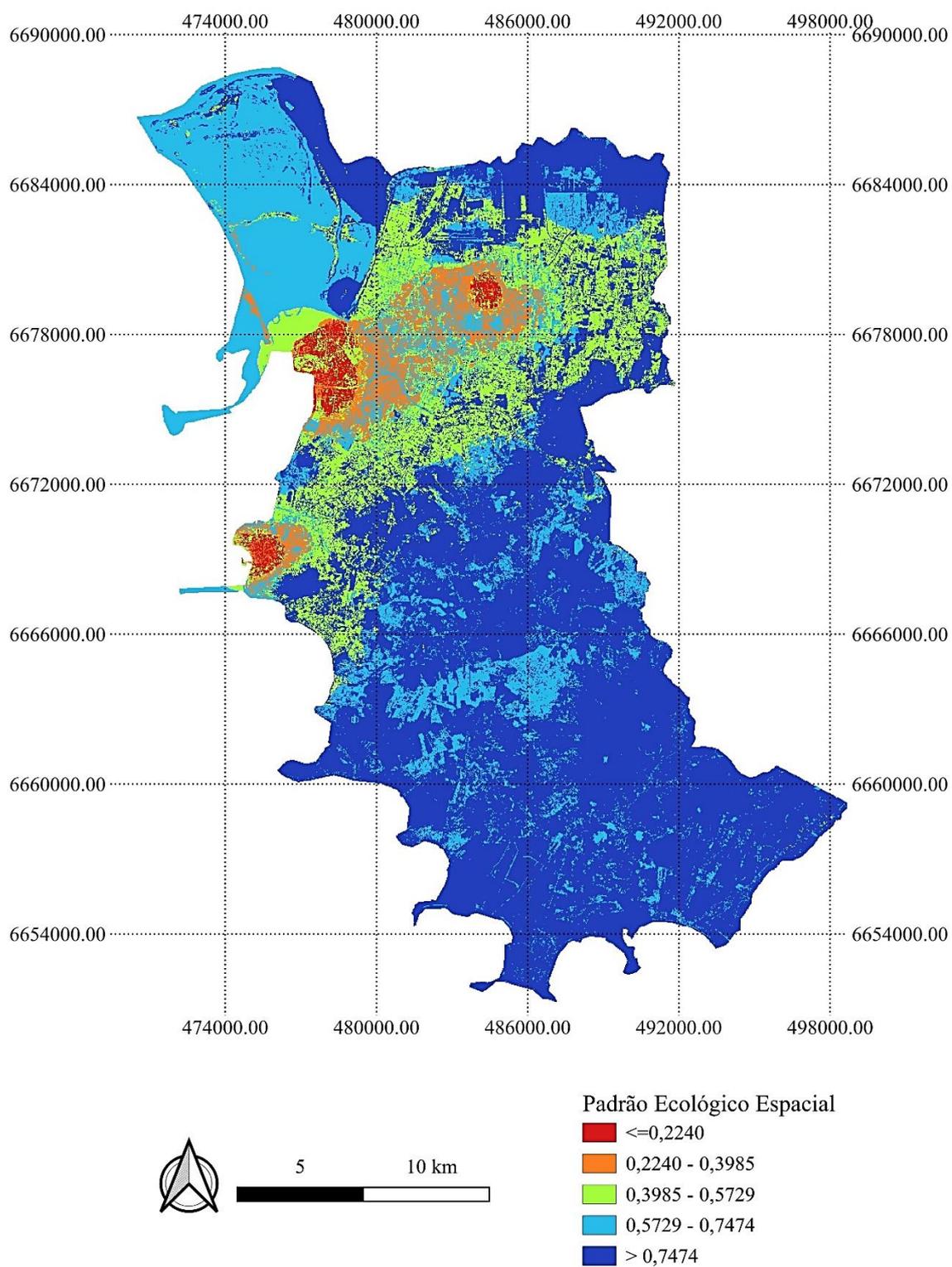
Tabela 29 - Matriz de Decisão processada na plataforma Calculadora de Prioridade AHP

<i>Eigenvetor principal da matriz de decisão</i>				
	1	2	3	4
1	1,00	1,00	0,25	0,20
2	1,00	1,00	0,20	0,12
3	4,00	5,00	1,00	0,20
4	5,00	8,00	5,00	1,00

Com base na soma das camadas *raster* multiplicados pelos pesos atribuídos a cada camada (Temperatura, Solo, Paisagem e Biodiversidade) foi gerado o mapa com o Padrão Ecológico Espacial constante na Figura 36:

⁴³ (<https://bpmsg.com/>)

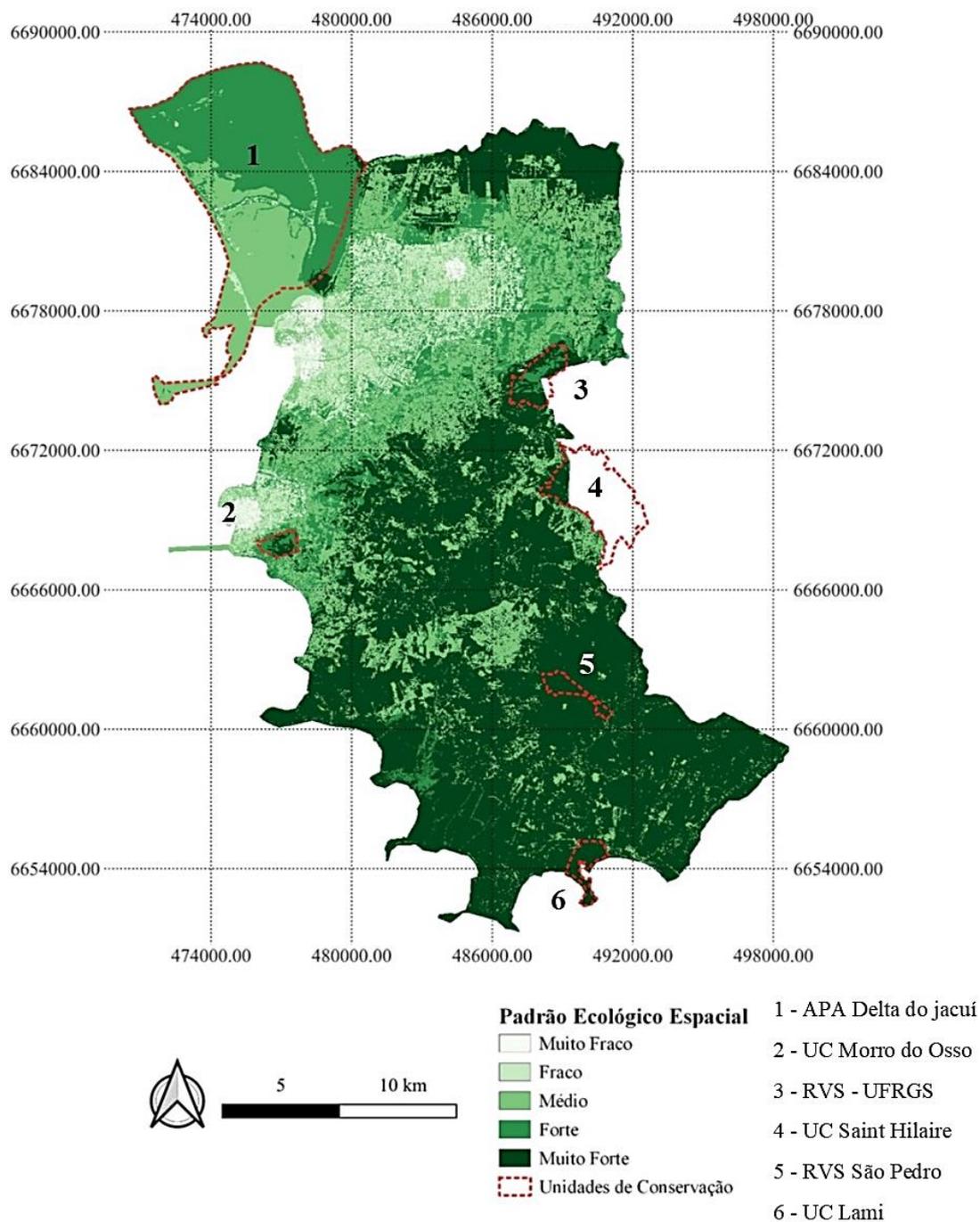
Figura 36 - Mapa interpolado das camadas Temperatura, Solos, Paisagem e Biodiversidade.

Fonte: Feito pelo autor no *Qgis*.

4.5. Discussão

Os estudos integrados de um determinado território devem buscar a compreensão das causas relacionadas com as intervenções humanas no espaço, no qual o zoneamento ambiental deve adotar uma metodologia que integre várias disciplinas a fim de compreender a dinâmica do ambiente natural e socioeconômica (ROSS, 1994). A partir desta premissa e considerando os limites territoriais de Porto Alegre, a análise multicritério da Figura 36 indica que o Padrão Ecológico Espacial “muito forte” se estende da zona sul até os relevos mais elevados no centro do município nos bairros: Vila Nova, Cascata, Belém Velho, Lomba do Pinheiro, Morro Santana até as planícies de inundação da zona norte nos bairros Sarandi, Farrapos, Anchieta e Arquipélago. Estes espaços (Figura 37) possuem a maior diversidade de espécies do município, os solos mais frágeis, as temperaturas mais amenas e as classes de paisagem mais favoráveis para a ocorrência da biodiversidade.

Figura 37- Análise Multicritério reclassificada.



Fonte: Feito no *Qgis* pelo autor.

A fauna e a flora respondem rapidamente às oscilações da temperatura e da degradação dos ambientes em que vivem e procuram locais mais apropriados para o ciclo de vida em situações de crise. A fim de medir a qualidade de um espaço natural há espécies que são consideradas “bioindicadores”, pois possibilitam obter informações para a análise de risco ecológico de um ecossistema (PRESTES e VICENCI, 2019). Estudos feitos na bacia

hidrográfica do Alto-Paraná (São Paulo) mostram a relação entre a diminuição de espécies nativas da ictiofauna com a degradação ambiental nesta bacia hidrográfica (CASSATI, FERREIRA e LANGEANI, 2009).

As aves por exemplo:

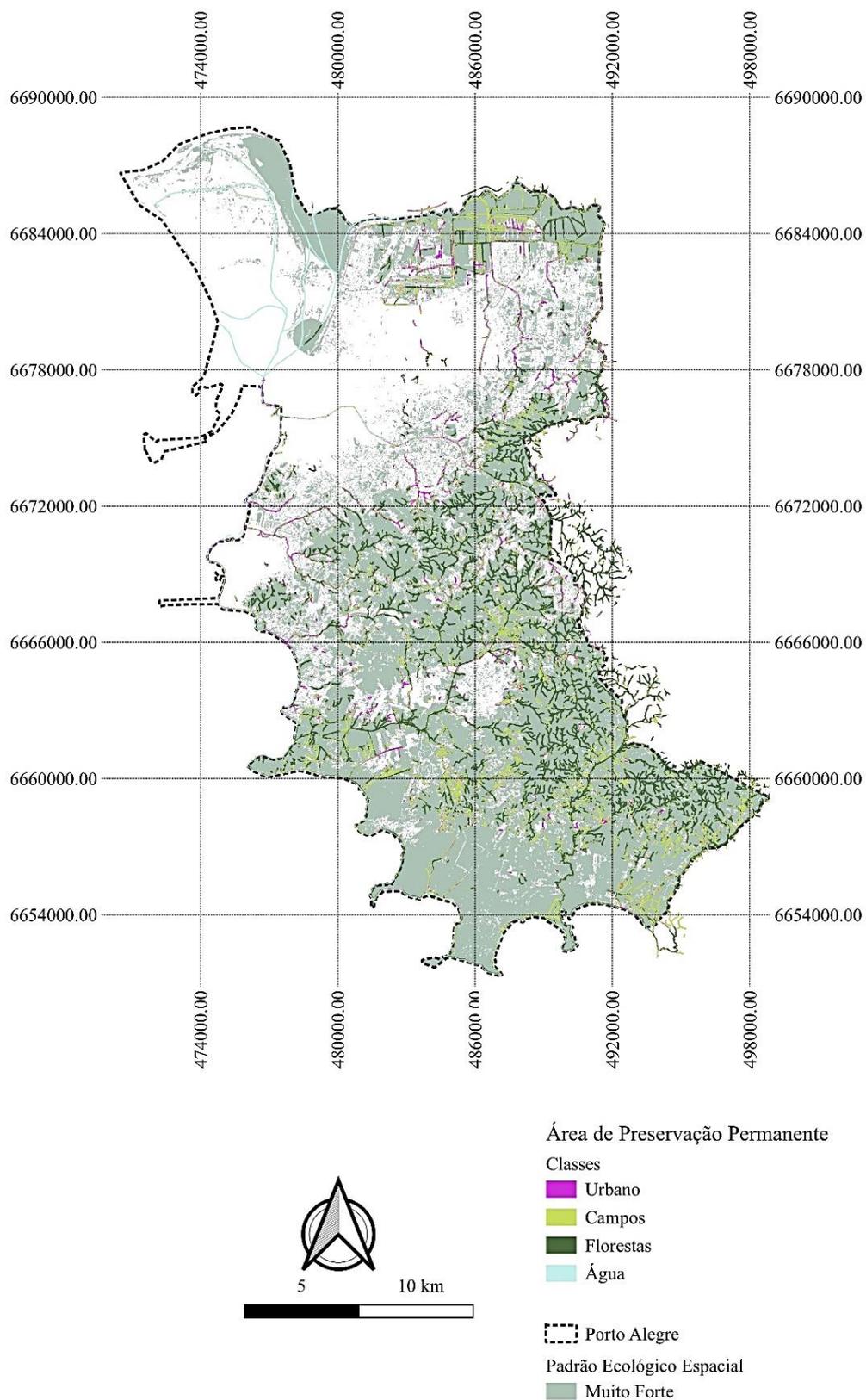
“Respondem rapidamente a alterações do ambiente em nível global, regional e local, sendo excelentes indicadores de qualidade ambiental” (BAESSE, 2015).

Compreender as relações entre padrões espaciais e processos ecológicos é fundamental para estabelecer ações que mitiguem a crise ambiental da nossa época (METZGER, 2001). A variedade da fauna e da flora numa determinada localidade nos permite obter informações sobre a qualidade destes ambientes e se trata de um indicador importante que deve ser utilizado no gerenciamento das Unidades de Conservação em políticas de conservação de recursos naturais ou na recuperação de ecossistemas degradados (MELO, 2008).

As matas ciliares e as zonas úmidas são de grande importância no equilíbrio ecológico por se constituírem em corredores que têm a missão de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico (fauna e flora), proteger o solo, bem como ser fonte de abastecimento de água e alimentos (BRASIL, 2012a). A camada da biodiversidade adotada neste trabalho sugere os locais de maior qualidade ambiental e maior diversidade de espécies existentes.

A sobreposição do Padrão Ecológico Espacial “muito forte” sobre as Áreas de Preservação Permanente de Porto Alegre mostra que 90% destas estão inseridas neste padrão, dos quais 18,82% são de áreas urbanas, 40,87% dos campos, 36,03% nas florestas e 4,28% conforme Figura 38.

Figura 38-Sobreposição das APP sobre o Padrão Ecológico Espacial "muito forte".



Fonte: Feito pelo autor no *Qgis*.

A funcionalidade dos ambientes naturais é comandada pela energia solar recebida na atmosfera e pela energia do interior da terra na litosfera; a troca de energia e matéria entre estes ambientes, que também são afetados pela presença da água, possibilita a interação entre a fauna, a flora e as comunidades humanas (ROSS, 1994). A declividade é um dos fatores que exerce grande importância na distribuição da energia solar na superfície do Planeta Terra que é influenciada pela inclinação e orientação em relação à projeção solar (HOFIERKA e SURI, 2022). Num estudo sobre a fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do Tarumã no município de Viamão (Rio Grande do Sul), utilizando a classificação proposta por Ross (1994), Santos (2021) mostra que 58% da área de estudo possui um forte grau de fragilidade ambiental e sugere a viabilidade de aplicação desta classificação em estudos ambientais processados através do geoprocessamento (SANTOS, 2021).

Apoiando-se no princípio de que a natureza apresenta funcionalidade intrínseca entre suas componentes físicas e bióticas, Kawakubo, et al. (2005) indicam que a classificação de fragilidade ambiental proposta por Ross (1994) é muito utilizada por órgãos públicos na elaboração do planejamento territorial ambiental, por possibilitar avaliar as potencialidades do meio ambiente de forma integrada. Os autores mostram num trabalho de mapeamento da fragilidade ambiental na bacia hidrográfica do córrego do Onofre em Atibaia (São Paulo), a viabilidade de aplicação desta metodologia na análise empírica da fragilidade ambiental da área de estudo (KAWAKUBO *et al.*, 2005).

Considerando a fragilidade ambiental dos solos, os resultados mostram que os sítios com o Padrão Ecológico Espacial “muito forte” estão nas maiores altitudes da zona sul (Extrema, São Caetano, Lajeado, Pitinga, Campo Novo, Guarujá e Ponta Grossa) e no centro do município (Sétimo Céu, Belém Velho, Teresópolis, Glória, Cascata, Agronomia e Morro Santana) onde estão os solos mais rasos e classificados taxonomicamente como *Cambissolos Háplicos*. Estes bairros situam-se nas zonas com relevo “forte ondulado”, sujeitos a deslizamentos do solo e onde se encontram as principais nascentes de Porto Alegre (HASENACK e al, 2008, p. 32-77), demonstrando que esta camada é adequada na delimitação da Trama Verde-Azul.

As alterações climáticas da atualidade provocam o deslocamento de espécies que passam a disputar territórios com grupos autóctones num processo que exige a superação de filtros biogeográficos, fisiológicos e bióticos em que as espécies que buscam outros territórios em condições adequadas de sobrevivência são caracterizadas como “invasoras”. Esta movimentação de longas distâncias ao longo do tempo (vários ciclos de vida) provoca a substituição de populações através de seus descendentes e se constitui numa das maiores

ameaças ao equilíbrio ecológico ocasionado pela competição, predação, patógenos, introdução de genes e alteração do comportamento nas espécies nativas (SHINE, 2012).

Parreira (2023) mostra num estudo realizado com espécies exóticas de anfíbios introduzidos no Brasil, que a variação da temperatura foi determinante na distribuição do *Anolis porcatus* (papa-vento) na área de estudo⁴⁴ e a precipitação pluviométrica foi a variável que mais influenciou a localização do *Eleutherodactylus johnstonei* (perereca-assobiadora). Apesar de estarem habitando áreas climaticamente desfavoráveis, concluiu-se que na hipótese de alcançarem locais ambientalmente mais favoráveis, o processo de colonização pode ser ampliado (PARREIRA, 2023). Num trabalho sobre a distribuição geográfica do mamífero *Procyon cancrivorus* (mão-pelada), Vieira (2020) mostra que sua ocorrência está limitada por condições de temperatura mínima, precipitação e altitude; via de regra, esta espécie é tolerante às mudanças abruptas de temperatura, entretanto, não habita regiões desérticas ou montanhosas (VIEIRA, 2020). Alterações na temperatura média e nos regimes de chuvas influenciam a concentração de elementos químicos na água como a salinidade que impacta na estrutura taxonômica e funcional das assembleias de peixes conforme demonstrado num estudo com 245 espécies da ictiofauna no litoral do Ceará (LOURENÇO, 2023).

As cidades influenciam na temperatura global do planeta através das massas edificadas que tendem a acumular calor durante o dia e perder à noite por irradiação noturna. Este processo de ganho e perda de calor depende das características físicas dos materiais de construção que influencia nas qualidades espectrais dos edifícios em virtude do albedo e emissividade (HASENACK, 1989). Esta acumulação está associada a quantidade de luz refletida pela superfície terrestre (recebida do sol), da inclinação dos elementos no espaço, das características do entorno, do posicionamento geográfico e do clima. Os impactos climáticos nas regiões metropolitanas são de difícil previsibilidade devido à complexidade dos sistemas socioecológicos envolvidos e dos modelos de previsão que dificultam o trabalho dos planejadores. Entretanto, é possível afirmar que o aquecimento global será desigual no planeta e poderá trazer vantagens ou prejuízos às comunidades, de acordo com o contexto em que estarão inseridos (SUSSKIND, 2010).

Menos de 3% da superfície terrestre é ocupada pelas áreas urbanas, porém as cidades abrigam a maior parte da população mundial e da atividade produtiva, sendo consideradas um dos principais impulsionadores (coletivamente) das mudanças climáticas. Neste sentido, este trabalho adota o conceito de que a Trama Verde-Azul deve contribuir no combate às altas

⁴⁴ Salvador, Rio de Janeiro, Santos e Itapoá (Santa Catarina).

temperaturas que causam o desequilíbrio no clima global e são prejudiciais à biodiversidade e à sociedade como um todo.

As áreas urbanas são muito vulneráveis ao aumento do nível do mar, às alterações nos regimes de chuvas, à poluição atmosférica, pelos ventos e pela temperatura do ar (BORGES *et al.*, 2022). Uma pesquisa que utilizou quinze imagens do satélite *Landsat* (resolução de 30m), na conurbação Haia-Roterdã (Holanda) identificou que bairros com maior superfície impermeável (comerciais e residenciais de alta densidade) tendem a ter temperaturas superiores (em torno de 10°C nos dias mais quentes) que os bairros mais periféricos com boa cobertura vegetal (PÖTZ, 2012, p. 248-249).

Em Porto Alegre (Rio Grande do Sul), Hasenack (1989) observou a influência da sombra ocasionada pela altura das edificações na temperatura média (de abril de 1985 a março de 1986) que variou entre 25,7°C a 26,2°C nos pontos de coleta⁴⁵ (HASENACK, 1989). Fonseca (2023) também relaciona a temperatura de superfície com as sombras das edificações numa pesquisa em Porto Alegre com dados de 1990 a 2021 (sessenta imagens de satélite), nos diferentes meses dos anos de estudo, que identificou uma amplitude térmica de 40°C correspondente a temperatura máxima de 46,85°C e mínima de 6,85°C (FONSECA, 2023).

Os resultados indicam que temperaturas mais altas estão nos bairros Jardim Leopoldina, Santa Rosa de Lima, Sarandi, Anchieta, Humaitá e Farrapos, Partenon, Vila Bom Jesus e na Restinga, que são os bairros mais urbanizados, na maioria das vezes nos relevos mais planos. As temperaturas mais amenas estão nos bairros com maior presença de vegetação nos relevos mais altos como Extrema, São Caetano, Lajeado, Pitinga, Belém Velho, Cascata, Sétimo Céu na zona sul, Agronomia na zona leste. O bairro Arquipélago se situa na planície da zona norte e também possui as temperaturas mais amenas na sua grande extensão territorial, demonstrando a importância da APA Delta do Jacuí no contexto da região metropolitana de Porto Alegre.

A centralização como processo ecológico é a tendência dos seres humanos de se reunirem em determinados lugares para a satisfação de determinados interesses em comum (trabalho, lazer, educação, entre outros) que está na raiz da formação de uma comunidade (McKENZIE, 2005). Sendo as sociedades humanas consideradas fenômenos espaciais, há várias teorias sobre o crescimento das cidades; entre estas, a Teoria dos setores de Hoyt (1939) exerce muita influência no urbanismo. Segundo este autor, a cidade se desenvolve conforme a renda e se acomoda em anéis por setores ligados ao centro em direção à periferia. Entretanto, conforme o contexto, esta teoria pode se contrapor ou ser complementada com as teorias das

⁴⁵ Arquivo Público, Colégio Nossa Senhora da Glória, 8º Distrito de Meteorologia, Parque Farroupilha, Seminário Concórdia, Sociedade Gandoleiros e Supervisão de Produção Animal

zonas concêntricas (BURGESS e SHALLICE, 1996) e dos grupos múltiplos (RICHARDSON, 1975, p. 157).

O ponto focal da centralização na comunidade moderna é o centro comercial varejista, mais do que qualquer outra atividade (a escola, igreja, o teatro, entre outros) em decorrência dos contatos econômicos impessoais realizados a partir do qual surge a “rua principal” das pequenas cidades e os centros comerciais das regiões metropolitanas (McKENZIE, 2005). Desta forma, a paisagem deve ser compreendida como um mosaico heterogêneo formado por unidades interativas do olhar humano, de suas necessidades, anseios e planos de ocupação territorial. No mundo global totalmente interligado, os fenômenos biológicos, psicológicos, sociais e ambientais se relacionam em rede na qual a compreensão necessita de uma perspectiva ecológica que a visão cartesiana não proporciona (CAPRA, 2012, p. 447).

A maior parte da população do planeta vive em cidades nos dias atuais e a previsão é de que passe de 56% em 2021 para 68% (mais de 2,2 bilhões de habitantes) em 2050 (ONU, 2022, p. 5). Inserido no atual contexto de economia e cultura globalizadas, o Brasil também apresenta um ritmo acelerado de crescimento das áreas urbanas. Entre os Censos de 1940 e 2000 a população brasileira cresceu quatro vezes e a taxa de urbanização passou de 31,3% para 81,2% (IBGE, 2023b) e de acordo com a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) de 2015 este índice chegou a 84,72% (IBGE, 2023a). No censo demográfico de 2000 a cidade de Porto Alegre tinha 1.360.590 habitantes e em 2010 alcançou 1.409.351 (OBSERVA POA, 2023a); entretanto no censo de 2022 a população decresceu 1.332.845 habitantes em 2021 (IBGE, 2023c).

Milton Santos (2013) coloca que o Brasil alcançou no século XX a transição de uma sociedade rural para uma sociedade urbana em toda a sua extensão territorial (SANTOS, 2013, p. 9). Esta transição demandou um grande esforço para satisfazer as necessidades básicas de trabalho, abastecimento, transporte, saúde, energia, água potável, entre outras demandas sociais; entretanto, as características históricas de uma sociedade com raízes coloniais não conseguiram avançar na redução de indicadores de violência, pobreza e principalmente na degradação ambiental. Este fato se deve à deficiência de políticas públicas adequadas e ao direcionamento dos limitados recursos para ações ligadas ao mercado imobiliário (novas vias, fornecimento de energia, drenagem, entre outros), tão característicos do clientelismo brasileiro (MARICATO, 2000).

O processo de urbanização no Brasil tem provocado impactos ambientais negativos como: a poluição do ar devido à frota crescente de automóveis, poluição dos recursos hídricos, gestão de resíduos ineficiente, ocupação do solo desordenada e a consequente degradação dos

ambientes naturais. Do ponto de vista morfológico, os empreendimentos imobiliários para as classes de renda mais elevada em áreas distantes (com grande potencial paisagístico) induzem a ocupação de locais de grande fragilidade ambiental (encostas de morros, áreas de preservação permanente, entre outras) pelas populações de baixa renda (prestadores de serviço) que procuram situar-se próximas aos locais onde trabalham (MARTINS, 2006, p. 66).

A cidade de Porto Alegre tem recebido investimentos públicos e privados nas proximidades na orla do lago Guaíba que transformaram a região num vetor de crescimento urbano para as classes de rendas mais elevadas, cujos impactos ainda são subdimensionados (FARIAS *et al.*, 2020). O local onde hoje se situa o Parque Urbano da Orla do Guaíba era parte do leito do lago em meados do século XIX que foi aterrado, urbanizado e apropriado pela cidade. No local foi criado um dique (ao longo da avenida Edvaldo Pereira Paiva) com a função de controlar a elevação do nível das águas dos Guaíba nos períodos de chuvas de maior intensidade. Do ponto de vista social, a abrangência da sua extensão possibilita a prática de muitas atividades esportivas e lazer ao ar livre, que é muito positivo para os usuários (FARIAS *et al.*, 2020). Entretanto, as intervenções realizadas nesta região, além de sugerir uma falta de conexão e coerência entre os empreendimentos privados, indica que a cidade busca uma imagem atrativa para investimentos e negócios, afastando-se da construção de uma cidade mais participativa no conjunto da sua diversidade sócio cultural (BERCHON e FIRMINO, 2023).

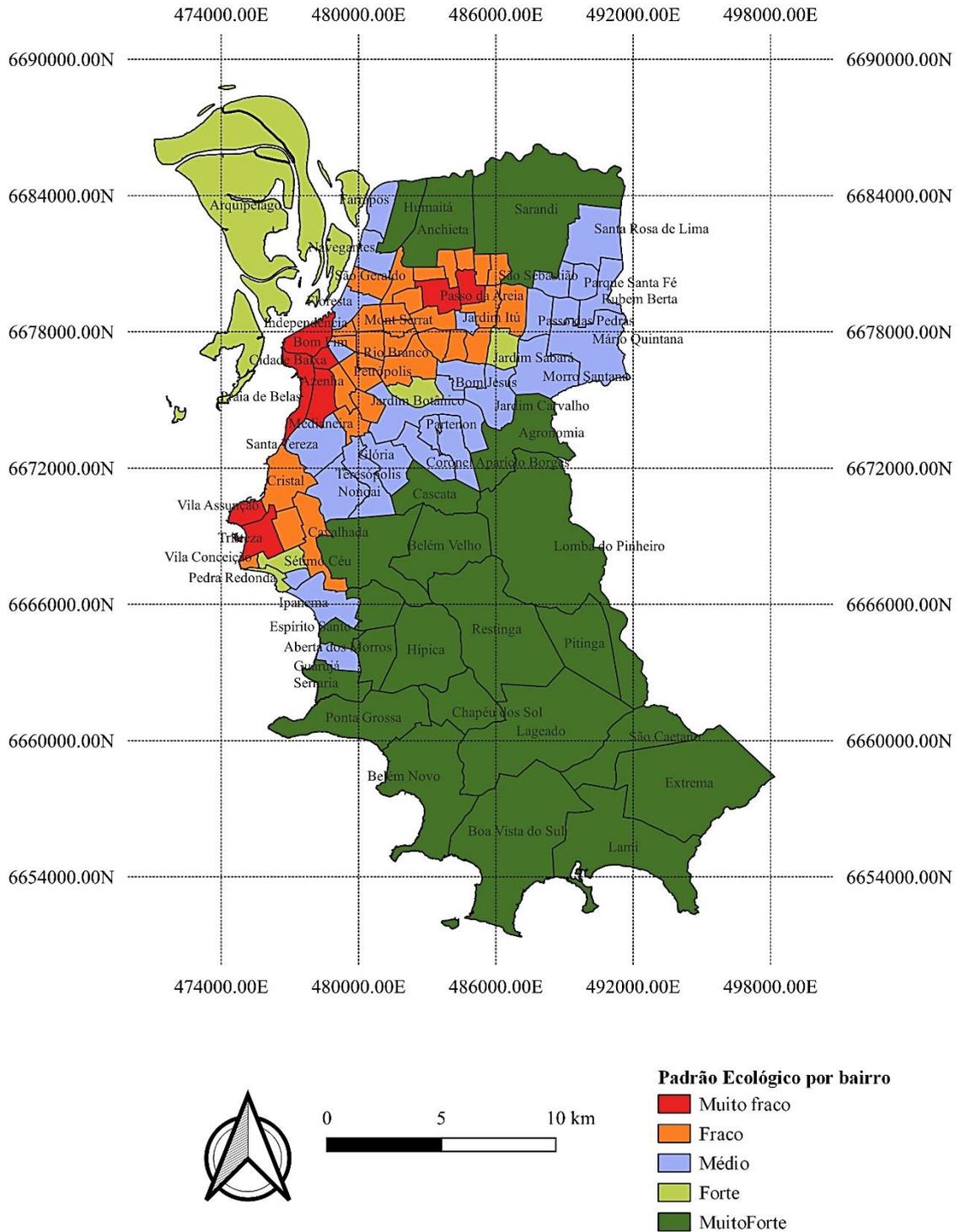
A Árvore possui um simbolismo muito forte no contexto sócio cultural de vários povos ao longo da História; atualmente pode ser considerada a principal bandeira da temática ambientalista como significado de luta e caráter (DE PAIVA ZANQUETTA, 2020, p. 156). Este imaginário privilegia as áreas verdes sobre outros ambientes e podem distorcer a percepção sobre a dinâmica dos ecossistemas. Neste sentido, a sobreposição do Padrão Ecológico Espacial sobre a paisagem (urbano, campos, florestas e água) mostra que os campos e as florestas apresentam a mesma importância ecológica na área de estudo pela predominância nos padrões “*forte e muito forte*” (com pequeno percentual a favor dos campos). O ambiente aquático é mais significativo no padrão “*forte*” e as áreas urbanas predominam nos padrões “*médio, fraca e muito fraca*” conforme mostrado na Tabela 30:

Tabela 30 – Porcentagem da sobreposição do Padrão Ecológico Espacial” sobre a paisagem.

	<i>Urbano</i>	<i>Campos</i>	<i>Florestas</i>	<i>Água</i>	Total (ha)
<i>Muito Forte</i>	1254,62 (5,14%)	11.335,50 (46,49%)	11.109,60 (45,56%)	685,52 (2,81%)	24.385,24 (100%)
<i>Forte</i>	1055,17 (12,84%)	3391,17 (41,26%)	2350,04 (28,59%)	1423,09 (17,31%)	8219,47 (100%)
<i>Média</i>	8007,06 (61,32%)	2710,51 (20,76%)	1042,31 (7,98%)	1297,39 (9,94%)	13.057,27 (100%)
<i>Fraca</i>	2757,93 (79,98%)	519,08 (15,05%)	37,53 (1,09%)	133,91 (3,88%)	3448,45 (100%)
<i>Muito Fraca</i>	347,33 (83,35%)	47,41 (11,38%)	1,58 (0,38%)	20,39 (4,89%)	416,71 (100%)

A predominância da projeção do Padrão Ecológico nos bairros mostra a classe “muito fraco” nas imediações do Centro Histórico, Praia de Belas, na Tristeza e Passo da Areia. O padrão “fraco” vai do centro da cidade na direção dos bairros Cavahada, Petrópolis, Mont Serrat e São Geraldo. Num raio de abrangência maior estão os bairros Guarujá, Partenon, Mário Quintana, Rubem Berta e Farrapos no padrão “médio”. A classe “forte” inclui os bairros Pedra Redonda, Jardim Botânico, Jardim Sabará e o Arquipélago. O padrão “muito forte” contempla os bairros da zona sul em direção ao Agronomia, Sarandi e Humaitá. Verificamos que o padrão ecológico aumenta do centro em relação à periferia, no qual os espaços ambientalmente mais importantes estão na zona sul e vão na direção da zona leste em direção à zona norte nos limites da *Freeway*, conforme Figura 39.

Figura 39 - Padrão Ecológico Espacial por bairros.



Fonte: Feito pelo autor no Qgis.

A descaracterização dos habitats é uma das principais causas da perda da biodiversidade nas últimas décadas e considerando a dinâmica sócio econômica brasileira, na qual Porto Alegre está inserida, é necessário adotar ferramentas de planejamento urbano a fim de subsidiar

políticas públicas adequadas para a proteção do meio ambiente. O estudo mostra que o Padrão Ecológico Espacial mais fraco se situa nas áreas mais urbanizadas onde as temperaturas são mais elevadas, com menor biodiversidade e menor risco de deslizamentos, porém, sujeitas a alagamentos nos períodos de chuvas intensas; o Padrão aumenta em direção à periferia onde estão os espaços naturais mais preservados.

Os dados mostram que os relevos mais frágeis estão na zona sul, nos bairros do centro do município e no Morro Santana onde clima é mais ameno e há maior riqueza de espécies. A zona norte no outro extremo da cidade, localizada nas planícies alagáveis fortemente influenciada pelo regime hídrico das bacias dos rios Jacuí e Gravataí possui bairros com altas temperaturas como o Sarandi e o bairro Anchieta. Entretanto, também na zona norte, o bairro Arquipélago situado na APA Delta do Jacuí possui as temperaturas mais amenas devido à grande cobertura vegetal e o baixo nível de urbanização do local. O inventário do Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental Delta do Jacuí não foi incluído neste estudo por apresentar formato que não possibilitou a separação das espécies por ambiente. Entretanto, pelos atributos ecológicos que possui, a expectativa é que também poderia ser classificado no padrão “muito forte”.

A classe de Padrão Ecológico Espacial “muito forte” sugere sua viabilidade na delimitação espacial de uma Trama Verde-Azul por abranger a maior parte das Áreas de Preservação Permanente e 92% dos campos e florestas no município. Os resultados mostram a significância dos campos na composição paisagística da cidade e a necessidade de reflexão sobre a possibilidade de adoção de uma política pública para o Pampa gaúcho, nos moldes do *Plano Municipal de Proteção, Conservação e Recuperação da Mata Atlântica de Porto Alegre*, visto que o bioma ainda é pouco conhecido e protegido.

O ambiente aquático também demonstra ser importante no contexto urbano e ambiental, visto que os maiores valores do índice de Shannon estão nas margens do lago Guaíba (1,91 no Arado Velho e 1,89 no Belém Novo) e na área de amortecimento do rio Gravataí (1,79 no loteamento Ecovillage). Estes resultados possibilitam interpretar a existência de sítios com qualidade ambiental e riqueza de biodiversidade que podem ser de utilidade na avaliação da eficiência das políticas de saneamento e recursos hídricos para a proteção dos mananciais da cidade.

Através da compreensão de que todas as classes de padrão ecológico espacial possuem importância ambiental, o planejamento urbano deve considerar as peculiaridades sócio ambientais destes espaços para a definição dos regimes urbanísticos. Considerando a Trama Verde-Azul como conectividade paisagística, o Padrão Ecológico Espacial “muito forte” indica

a possibilidade de estruturação de um corredor ecológico em Porto Alegre a partir do extremo da zona sul nos bairros: Extrema, Lami, Lajeado, Boa Vista do Sul, Hípica, Serraria, Vila Nova, São Caetano, Belém Novo, Chapéu do Sol, Pitinga, Belém Velho, Cascata e Campo Novo; Agronomia e Morro Santana na zona leste. Na zona norte: Sarandi, Anchieta e Arquipélago.

Os resultados mostram a viabilidade do método para delimitação da Trama Verde-Azul através de um Padrão Ecológico Espacial como instrumento que possibilite auxiliar o planejamento urbano e ambiental na delimitação de gravames e regimes urbanísticos de forma a preservar os ambientes que proporcionem os benefícios dos serviços ecossistêmicos para as gerações atuais e futuras.

CAPÍTULO 5: RESULTADOS E DISCUSSÃO GERAIS

A partir da pesquisa bibliográfica, da percepção de profissionais e das oficinas do Plano Diretor, da análise empírica de interações entre variáveis bióticas e abióticas e da delimitação de um Padrão Ecológico Espacial para a delimitação de uma Trama Verde-Azul, os resultados indicam:

O Plano Diretor de Porto Alegre dispõe de instrumentos como os corredores ecológicos, as APAN, os benefícios do IPTU, solo criado e a transferência de potencial que juntamente com as Unidades de Conservação, instituídas através de lei específica, constata-se que a legislação municipal possibilita base espacial satisfatória para a delimitação de uma Trama Verde-Azul. A revisão do PDDUA é uma construção coletiva onde os diversos segmentos da sociedade debatem a viabilidade de compatibilização dos temas de abrangência do Plano.

No Eixo temático do “Ambiente Natural” o tema Trama Verde-Azul apareceu nas discussões onde foi comparado aos corredores ecológicos, ocasião em que foi destacada a importância dos gravames destes corredores como instrumento da política urbana e ambiental através da interligação das UC, inclusive com a defesa da institucionalização da Unidade de Conservação do Morro Santana da UFRGS. A literatura indica a importância de espaços como as Unidades de Conservação que podem ser comparados aos “reservatórios de biodiversidade” como elementos estruturantes de uma Trama Verde-Azul conforme indicado por Amsallem et al. (2010).

5.1. Unidades de Conservação de Porto Alegre

A Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000 instituiu as Unidades de Conservação através do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) BRASIL, 2000a que compreendem áreas naturais onde há forte presença de espécies animais, vegetais, nascentes, cursos de água e espécies endêmicas e ameaçadas de extinção. Estes espaços tem o uso restringido à preservação, manutenção, pesquisas, restauração e a recuperação das condições naturais do ambiente BRASIL, 2000b.

De acordo com a lei do SNUC, estas unidades devem possuir Plano de Manejo definidas em duas categorias: de proteção integral e uso sustentável. A primeira categoria é subdividida em cinco tipos: Estação Ecológica, Reserva Biológica, Parque Nacional, Monumento Natural e Refúgio da Vida Silvestre. A segunda categoria é subdividida em sete tipos: Área de Proteção Ambiental (APA), Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE), Floresta Nacional

(FLONA), Reserva Extrativista (RESEX), Reserva de Fauna, Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS) e Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) BRASIL, 2000b.

Porto Alegre tem quatro Unidades de Conservação da categoria que possibilitam o uso indireto de seus recursos naturais: Parque Natural *Morro do Osso*, Parque Natural Municipal *Saint'Hilaire*, Refúgio de Vida Silvestre *São Pedro* e a Reserva Biológica do *Lami José Lutzenberger*. O bairro arquipélago está inserido na Área de Proteção Ambiental (APA) Estadual *Delta do Jacuí* e na área de influência da Área de Proteção Ambiental (APA) Estadual do *Banhado Grande*, sendo estas duas de conservação e de uso sustentável.

Apa Delta do Jacuí

O delta do rio Jacuí é composto pelo encontro dos rios Jacuí, Taquari, Caí, Sinos, e Gravataí, na região metropolitana de Porto Alegre. A região abriga grande extensão de áreas alagáveis que possuem importantes funções ecossistêmicas como a regulação térmica e manutenção da qualidade da água; também é habitat para espécies raras, endêmicas e ameaçadas da fauna e da flora dos biomas do Rio Grande do Sul (RIO GRANDE DO SUL, 2017). Ela apresenta áreas de influência fluvial, ecossistemas de banhados, restingas e floresta estacional decidual que permitem a ocorrência de uma rica fauna e flora associadas aos ecossistemas aquáticos. Em 1953 o local foi declarado de utilidade pública e interesse social através do Decreto Estadual nº 3.934/53, com abrangência sobre os municípios de Porto Alegre⁴⁶ e Guaíba. No ano de 1976 foi criado o *Parque Estadual Delta do Jacuí* (PEDJ) e em 2005 é instituída a *Área de Proteção Ambiental Estadual Delta do Jacuí* (APAEDJ). A criação do parque e da APA tem como objetivo a conservação das características ambientais e paisagísticas, em sintonia com a cultura regional (RIO GRANDE DO SUL, 2017).

O bairro Arquipélago possui superfície de 44,2 km² (9,28% da área do município de Porto Alegre) e está totalmente inserido na APA. No bairro residem 8.330 habitantes (0,59% da população), a taxa de analfabetismo é de 7,71% e o rendimento médio dos responsáveis por domicílio é de 2,03 salários mínimos (OBSERVA POA, 2023b). O Arquipélago é composto por 16 ilhas, nas quais as maiores e mais significativas (abrigam 90% dos moradores do bairro) são: Ilha Grande dos Marinheiros, Ilha das Flores, Ilha do Pavão e Ilha da Pintada. Estes núcleos urbanos são muito prejudicados nas épocas de chuva intensa devido à elevação natural do nível do lago Guaíba que paralisam quase todas as atividades na região.

⁴⁶ Bairro Arquipélago

Num estudo realizado por Magalhães et al. (2019) que analisou o perfil epidemiológico dos casos de *Leptospirose* humana confirmados por diagnóstico clínico-laboratorial em Porto Alegre constatou que o bairro Arquipélago teve a maior incidência de casos. O aumento da doença no local está relacionado a deficiência de saneamento básico e ambiental decorrente do aumento da população de roedores, descarte irregular de resíduos (lixo doméstico), contaminação hídrica por esgoto das residências e o contato dos moradores com a água contaminada nas épocas de enchentes (MAGALHÃES e ACOSTA, 2019). Devos (2007) aponta que no contexto atual de crise ambiental e ampliação dos instrumentos jurídicos para gerenciamento de bacias hidrográficas, a abordagem das políticas públicas pouco procura entender:

“As transformações nas formas como as pessoas passam a encarar o ambiente em que vivem e na maneira como passam a se relacionar com ele” (DEVOS, 2007, p. 9).

A aceitação de pertencer a uma sociedade urbana e que as pessoas criam laços afetivos com o lugar em que vivem é fundamental para a conservação da APA Delta do Jacuí e compreensão da cultura dos moradores que se relacionam intensamente com o regime hídrico deste ambiente predominantemente aquático (DEVOS, 2007, p. 257).

Parque Saint Hilaire

O *Parque Municipal Saint Hilaire* ocupa 10% do município de Porto Alegre e 90% de Viamão, tendo acesso por ambos, mas administrado por Porto Alegre. O Parque foi instituído pela Lei nº 16 de 29 de novembro de 1947 (PORTO ALEGRE, 1947); é um dos parques mais antigos de Porto Alegre, possui área de 1.148,62 hectares e no local está a nascente do Arroio Dilúvio que é um dos principais afluentes do lago Guaíba. Em 1861 se instalou no local a *Companhia Hidráulica Porto Alegrense* que transportava a água captada na represa Lomba do Sabão até o reservatório que existia na atual Praça da Matriz no centro de Porto Alegre, para ser redistribuída na cidade. Da área total, 240 hectares são destinados para lazer e 908,62 são de preservação permanente, sendo que o local não possui cercamento e é muito atingido no verão por incêndios devido à vegetação seca (LIMA, 2012).

A vegetação é representativa da complexidade estrutural da paisagem natural da região, entretanto, a flora original foi removida para a plantação de mais de 450 mil exemplares de eucalipto (*Eucalyptus saligna.*). O local contempla atualmente uma alternância de formações campestres e florestais, onde se destaca a presença de butiazais que é uma comunidade relictual

na região metropolitana de Porto Alegre (MORTARI, 2002, p. 55). Mortari (2002) considera o Parque Saint Hilaire o mais importante de Porto Alegre pelo fato de possuir ambientes como campos, áreas florestadas, butiazais, banhados e as praias formadas na barragem possibilitando áreas de refúgio para a vida silvestre nesta região com mais de 133 espécies de aves e 260 de plantas (MORTARI, 2002, p. 55).

Morro Santana

O Morro Santana é uma composição de rochas graníticas (granito Santana) com área aproximada de 1.000 hectares, dos quais 600 aproximadamente pertencem à Universidade Federal do Rio Grande do Sul. As espécies animais e vegetais (florestas, campos e capoeiras) são provenientes de diferentes partes do continente sul-americano conforme biodiversidade característica da cidade de Porto Alegre. O local é o ponto mais alto da cidade (311 metros de altitude) cujo relevo possibilita diferenças microclimáticas (principalmente umidade) e a diversidade biológica da área (UFRGS, 2003).

O espaço abriga um dos últimos relictos de ecossistemas naturais da cidade com formações vegetais naturais em diferentes estádios de sucessão e também possui manchas florestais primárias do bioma Mata Atlântica. A vegetação é muito ameaçada pela exploração de árvores de madeiras nobres como a canelas (*Cinnamomum verum*), orquídeas, bromélias e plantas medicinais como a “*banana-do-mato*”. Também há a prática de motocross em caminhos no interior das matas que deixam rastros de lixo, árvores danificadas e intensificam o processo de erosão nas trilhas, além das ocupações irregulares nas encostas dos morros. Apesar de não haver um inventário, é constatado o registro de mamíferos como o graxaim-do-mato (*Cerdocyon thous*), o mão-pelada (*Procyon cancrivorus*) e o ouriço-caxeiro (*Sphiggurus* sp), o bugio-ruivo (*Alouatta guariba*) entre outros animais, sendo considerado um importante reservatório de biodiversidade para os cinco reinos de espécies (UFRGS, 2003).

A Decisão nº 243/2006⁴⁷ de 06 de outubro de 2006 do Conselho Universitário (CONSUN) decidiu aprovar a institucionalização da Unidade de Conservação nos limites administrativos da UFRGS com classificação prevista na Lei do SNUC, que recebeu a denominação de “*Refúgio de Vida Silvestre da UFRGS*”. O Dossiê elaborado para estabelecer diretrizes para o Plano de Manejo da futura UC indica a implantação de infraestrutura, espaços para pesquisas, lazer, cultura, ecoturismo e educação ambiental. Entre as justificativas para a

⁴⁷ De acordo com o Parecer nº 215/2006 da *Comissão de Legislação e Regimentos* constante no Processo nº 23078.030973/05-44.

criação da Unidade está a necessidade de conservação da área frente ao intenso processo de urbanização do entorno, a possibilidade de integração à outras Unidades, importância climática no contexto urbano, possibilidades de pesquisas e interação com a comunidade (UFRGS, 2003).

Morro do Osso

O Parque Natural Morro do Osso (PNMO) é uma Unidade de Conservação de Proteção Integral de acordo com a lei do SNUC (BRASIL, 2000a) e criado por Lei municipal (PORTO ALEGRE, 1998a). O parque limita com os bairros Tristeza e Camaquã ao norte, Cavalhada à leste, Ipanema ao sul e Pedra Redonda a oeste. A composição geológica do parque é composta por granitoides pós-tectônicos formados há mais de 550 anos conhecido por *Granito Santana* e abriga um remanescente de floresta higrófila (de ocorrência em solos encharcados), onde há a presença de plantas ameaçadas da Mata Atlântica como o sobraji (*Colubrina glandulosa*). Entre os animais, abriga uma população de bugios (*Allouatta guariba clamitans*), além de outras diversidades da fauna e flora. Além da mata higrófila, a UC também abriga florestas mesófilas (que apreciam climas amenos), subxerófila (ambientes secos), vegetação arbóreo-arbustiva de campos pedregosos, capoeiras, vassourais e os campos pedregosos (PORTO ALEGRE, 2006, p. 18-37).

Numa pesquisa que investiga a visibilidade comparativa dos moradores do entorno das UC do *Morro do Osso* e do *Lami*, do ponto de vista da percepção sobre a qualidade ambiental, foi constatado que os residentes no entorno do Morro do Osso possuem a tendência de ter uma visão mais negativa das questões ambientais do que os moradores do *Lami* (MOCELLIN, 2019). Com base no princípio da Teoria Geossistêmica⁴⁸, foi feito um estudo por Rockett et.al (2014) para avaliar o nível de vulnerabilidade ambiental⁴⁹ do Morro do Osso através da integração de dados sobre: geomorfologia, declividade, geologia, pedologia, clima e da ocupação do solo indicando que esta Unidade está num estágio intermediário de vulnerabilidade ambiental. No trabalho foi diagnosticado a ocorrência de processos erosivos, principalmente em trilhas no interior da UC, bem como a influência da cobertura vegetal e de assentamentos informais nos processos de perda de solo (ROCKETT *et al.*, 2014).

⁴⁸ Propõe que o ambiente é formado por elementos de características variáveis que se relacionam entre si.

⁴⁹ O método atribui graus de vulnerabilidade às diferentes unidades de paisagem de cada camada, variando de 1,0 (estável) à 3,0 (vulnerável).

A estratégia de manejo para a conservação do Parque é composta por programas que abordam os temas: conhecimento, uso público, integração com as áreas de amortecimento, manejo do meio ambiente e operacionalização da unidade de conservação (PORTO ALEGRE, 2006), entretanto, o local sofre com a deposição de resíduos, a silvicultura e a introdução de espécies exóticas (PORTO ALEGRE, 2006, p. 13).

O Morro do Osso já foi local de extração de minério (granito *Ponta Grossa*) que está presente em edifícios históricos como a Catedral Metropolitana, o Memorial do Rio Grande do Sul e o Museu Júlio de Castilhos. Desde a década de 90 (século XX) a Unidade é objeto de disputa judicial por grupos preservacionistas, investidores e movimentos de habitação social. Integrantes de uma tribo *Kaigang* ocuparam parte do parque em 1994 e desde então a questão se encontra numa disputa litigiosa com relação à presença ancestral deste povo originário na região (FUHR, 2012, p. 91-145).

Refúgio de Vida Silvestre São Pedro

O Refúgio de Vida Silvestre é uma das categorias de Unidade de Conservação prevista pela Lei do SNUC cujo objetivo é

“Proteger ambientes naturais onde se asseguram condições para a existência ou reprodução de espécies ou comunidades da flora local e da fauna residente ou migratória”.

Estas Unidades podem ser compostas por imóveis particulares desde que a forma de utilização por estes seja compatível com os objetivos da Unidade de Conservação; caso contrário, a Administração Pública deverá fazer a desapropriação. O acesso destas Unidades para a realização de pesquisas científicas, também dependem de autorização prévia da Administração do local e devem respeitar as regras instituídas pelo Plano de Manejo (PORTO ALEGRE, 2017, p. 221).

A UC (localizada no Morro de São Pedro em Porto Alegre) possui área de 147,09 hectares e foi instituída por Decreto Municipal (PORTO ALEGRE, 2014) após consulta pública. Entre os objetivos principais da Unidade está a preservação da fauna de mamíferos, em especial, o bugio-ruivo (*Alouatta guariba clamitan*), que está ameaçado de extinção no Rio Grande do Sul e também abriga felinos silvestres como o gato-maracajá (*Leopardus wiedii*) e espécies endêmicas como a *Alstroemeria albescens* (PORTO ALEGRE, 2017, p. 35). Um dos objetivos é auxiliar na regeneração da mata Atlântica e dos campos nativos (rupestre e

manejado), recuperar nascentes de cursos d'água e incentivar o fortalecimento da cultura indígena. No local são realizadas ações de fiscalização, educação ambiental, pesquisas científicas e a visitação pública; sendo que os aspectos conflitantes são a realização da prática de motocross (danifica a vegetação e causa a erosão do solo) e a deposição irregular de resíduos nos limites da UC (PORTO ALEGRE, 2017, p. 15-30).

A criação da UC mostra que a estratégia de preservação e conservação do local tem alcançado os objetivos propostos de acordo com um estudo realizado através da *Ecologia da Paisagem* na zona sul de Porto Alegre⁵⁰ que mostraram que o Morro de São Pedro obteve o maior índice de conservação entre os processos de dinâmica da paisagem analisados⁵¹ (SARETTA, 2020). Ribeiro (2010) demonstra que o processo para a criação da UC demandou muita discussão entre os atores envolvidos (técnicos da Prefeitura Municipal, pesquisadores, indígenas e a população do entorno), ocasião em que houve o consenso geral para a institucionalização do parque pela importância ambiental e paisagística do local, bem como do sentimento de pertencimento da população do entorno (RIBEIRO, 2010).

Reserva Biológica do Lami José Lutzemberger

A Reserva Biológica do Lami é fundamental na gestão hídrica das bacias dos arroios Lami, Manecão e Chico Barcelos. A iniciativa que motivou a criação da reserva em 1975 foi a necessidade de preservar a espécie endêmica “efedra” (*Ephedra tweediana* Fisch. & C.A. Mey) ameaçada de extinção; iniciativa que foi exitosa não somente com relação a esta espécie, mas também outras.

Na época da criação da Reserva, a região era povoada basicamente por pescadores e também se destacavam a produção de farinha de mandioca e as olarias que extraíam barro e lenha para a produção de produtos cerâmicos (tijolos, telhas, entre outros) (PORTO ALEGRE, 2002b). Nos primórdios da ocupação da região onde hoje se situa a Reserva, a ligação com o centro de Porto Alegre era feita por barcos através do Guaíba e atualmente o bairro tem na agropecuária e no turismo a principal atividade econômica (PORTO ALEGRE, 2002b). A Unidade de Conservação foi criada pelo Decreto Municipal nº 4.097 de 31 de dezembro de 1975 cujo perímetro foi aumentando pelo acréscimo de outras propriedades vizinhas que foram agregadas, totalizando atualmente 204,04 hectares.

⁵⁰ Abrangendo os bairros: Lomba do Pinheiro, Restinga, Pitinga, Lageado, São Caetano, Extrema e Chapéu do Sol.

⁵¹ Conservada, regenerada, degradada, antrópica estável e urbanização.

Situada em terrenos sedimentares numa fronteira de expansão urbana de morfologia irregular e desordenada, possui grande importância estratégica com relação a regulação climática através da presença das matas higrófila, mesófila, subxerófilas, psamófilas, ripárias e brejosas, além de capoeiras, vassourais, maricazais e sarandizais em áreas de banhado que abrigam animais como o tuco-tuco (*Ctenomys lami*) e o bugio-ruivo (*Alouatta guariba clamitans*). Também foi constatada a presença de espécies exóticas invasoras como o capimannoni (*Eragrostis plana*), a braquiária (*Urochloa spp*) e o aspargo (*Asparagus setaceus*) (RIO GRANDE DO SUL, 2019). Na UC são realizadas ações de fiscalização, o monitoramento da biodiversidade, atividades de educação ambiental (não há visitação pública) e pesquisas feitas por instituições conveniadas.

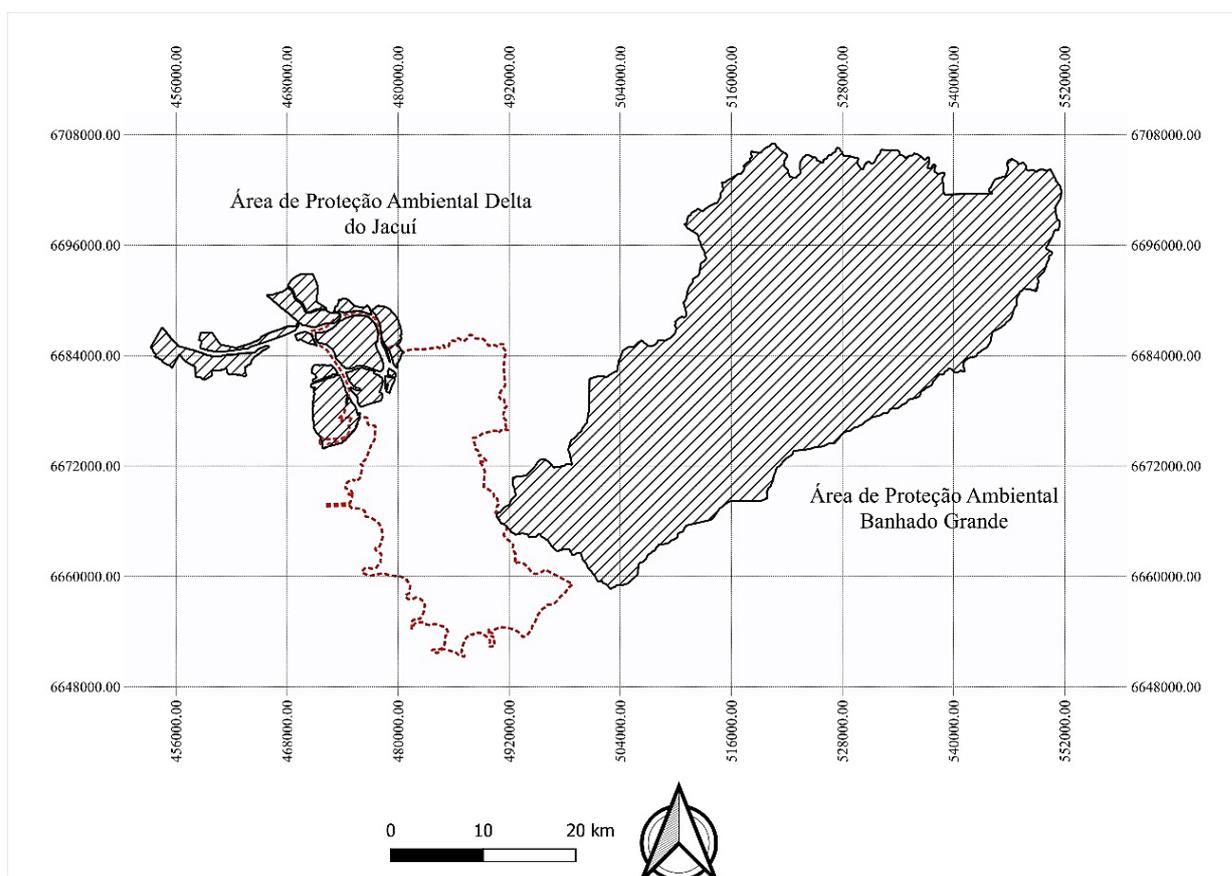
A partir de dados geomorfológicos, declividade e uso do solo, Schneider (2010) mostra que a bacia hidrográfica do arroio Lami ainda possui a cobertura vegetal em bom estado de preservação (apesar da pressão exercida pelo crescimento urbano), indicando a necessidade de ações conjuntas com o município de Viamão para a preservação das características do entorno e o fortalecimento da Reserva no relacionamento com a comunidade através da educação ambiental e incentivo ao manejo adequado com práticas de agricultura ecológica (SCHNEIDER, 2010).

Uma entrevista estruturada com usuários do entorno da UC, Ponce (2016) diagnosticou que metodologia adotada para a Educação Ambiental na Unidade é coerente e focada no ensino da Biologia (aspectos sobre a fauna, a flora, biodiversidade, geologia, entre outras) cujo objetivo é ensinar a importância das práticas de preservação e conservação. Complementa ainda que a Unidade de Conservação tem desempenhado um papel importante na preservação dos recursos naturais e na melhora da qualidade ambiental, apesar dos desafios enfrentados pela urbanização na região (PONCE, 2016).

Apa do Banhado Grande

A Área de Proteção Ambiental Banhado Grande (APABG) foi criada em 1998 (RIO GRANDE DO SUL, 1998) com o objetivo de proteger a Área de Preservação Permanente da zona de amortecimento do rio Gravataí e afluentes que abastecem a Região Metropolitana de Porto Alegre. A Unidade de Conservação possui área de 136.709,39 hectares e abrange os municípios de: Viamão (34,6%), Gravataí (9,8%), Santo Antônio da Patrulha (33,9%) e Glorinha (22,0%) (Figura 40).

Figura 40 - Áreas de Proteção Ambiental Estaduais Banhado Grande e Delta do Jacuí.



Fonte: Feito no *Qgis* pelo autor.

O local é uma das áreas úmidas mais importantes do Rio Grande do Sul e contém ecossistemas com formações de: *floresta ombrófila mista*, *floresta estacional semidecidual*, *formação terras baixas* e *florestas paludosas*. O objetivo que fundamentou a criação da APA foi a necessidade de preservação dos elementos que caracterizam a importância ambiental deste espaço que são: os solos, as Áreas de Preservação Permanente, as matas paludosas⁵², a riqueza da avifauna, o *Blastocerus dichotomus* (cervo-do-pantanal) e os banhados de turfeira com a fauna e flora características (RIO GRANDE DO SUL, 2021, p. 13). Os recursos hídricos existentes nesta região de *paleodunas*, encostas, matas paludosas e banhados de turfeira (como o banhado dos Porcos em fase de regeneração) contribui para a recarga aquífera e a manutenção de nascentes que alimentam e regularizam o rio Gravataí (RIO GRANDE DO SUL, 2021, p. 10).

A APA contém ambientes dos biomas Pampa e Mata Atlântica e a biota local é muito diversificada e rica em espaços importantes para pássaros nativos e migrantes. Juntamente com

⁵² Com alta concentração de água (DE ARAUJO PINTO-SOBRINHO e DE GOUVEIA SOUZA, 2012).

o *Refúgio de Vida Silvestre Banhado dos Pachecos*, serve de abrigo para a única população residual do *Blastocerus dichotomus* (cervo-do-pantanal) do Rio Grande do Sul, maior espécie de cervídeo da América Latina que habita áreas de banhados e Áreas de Preservação Permanente de arroios. Por se tratar de um espaço com importante função reguladora do regime hídrico, os solos são frágeis e possuem a função de realizar a filtragem das águas e nutrientes (organossolos) que compõem o mosaico de paisagens da Unidade de Conservação (RIO GRANDE DO SUL, 2021, p. 12).

Além de possuir rica fauna e flora com espécies ameaçadas, endêmicas, migratórias e filtradoras da água, a APA também possui extensos campos inundáveis nas várzeas do rio Gravataí que produzem arroz irrigado. A cultura de arroz e a urbanização causam impactos ambientais na APA. Um estudo realizado através do geoprocessamento e o sensoriamento remoto mostrou que o aumento do processo erosivo de 2003 a 2015 não está associado a ausência de vegetação ou a declividade, mas sim, ao cultivo de arroz e a produção de gado que acelera o processo erosivo pelo pisoteio (ETCHELAR, 2017). Em consonância com os princípios da Convenção de *Ramsar* (2002), esta Unidade de Conservação deve, não somente considerar a importância ecológica das áreas úmidas, mas também as relações humanas da população com a biodiversidade; nesse sentido, é fundamental a ampliação das políticas públicas de educação ambiental e a difusão de práticas de agroecologia, principalmente entre as comunidades de produtores de arroz dentro da Área de Proteção Ambiental (ACCORDI, HARTZ e OHLWEILER, 2003).

5.2. Delimitação Espacial da Trama Verde-Azul

Com base no Padrão Ecológico Espacial definido na Análise Multicritério, os resultados apontam que os maiores padrões estão associados aos ambientes aquático, campestre e florestal onde os solos são mais frágeis, o clima mais ameno e com maior riqueza de espécies. A zona sul é a região da cidade com os maiores padrões e a zona norte e centro (bairros mais densamente urbanizados) apresentam os menores padrões onde há menor abundância de espécies, as maiores temperaturas e menor risco de deslizamentos, entretanto, mais vulneráveis a alagamentos na ocorrência de chuvas intensas.

Considerando o Padrão Ecológico Espacial “muito forte” como classe estruturadora da Trama Verde-Azul, os dados mostram que 90% das Áreas de Preservação Permanente da cidade estão inseridas neste padrão que também prevalece nas Unidades de Conservação da cidade, exceto no Delta do Jacuí. A sobreposição do padrão “muito forte” sobre as Unidades de

Conservação indica que o *Lami* possui melhor percentual de abrangência (99,64%), seguido do *Refúgio de Vida Silvestre São Pedro* (99,59%), *Parque Saint Hilaire* (75,83%), *Morro Santana* (69,53%), *Morro do Osso* (47,46%). A Área de Proteção do Ambiente Natural (APAN) que é incidente majoritariamente sobre imóveis particulares possui 68,54%, do padrão “muito forte” indicando a importância destes instrumentos no contexto do PDDUA e da legislação ambiental.

A *APA Delta do Jacuí* é uma importante unidade de conservação da região com ampla cobertura vegetal e temperaturas amenas, entretanto é classificada no trabalho pelo padrão ecológico espacial “forte”, pelo fato do inventário desta Unidade não ter sido incluído no cálculo do índice de Shannon. A não inclusão se deve pela dificuldade em separar as espécies por ambiente, razão pela qual somente 0,67% do território (42,06 hectares) foi classificado no Padrão Ecológico Espacial “muito forte” (Tabela 31).

Tabela 31- Sobreposição da APAN e Unidades de Conservação de Porto Alegre sobre os espaços de maior interesse ecológico.

	<i>APA Delta Jacuí</i>	<i>Parque Saint Hilaire</i>	<i>Morro Santana</i>	<i>Morro Osso</i>	<i>Refúgio de Vida Silvestre São Pedro</i>	<i>Lami</i>	<i>APAN</i>
Porcentagem	0,67%	75,83%	69,53%	47,46%	99,59%	99,64%	68,54%

Considerando os valores do índice de Shannon na espacialização da riqueza de espécies, os maiores valores estão nas margens do lago Guaíba (1,91 no Arado Velho e 1,89 no Belém Novo) e na área de amortecimento do rio Gravataí (1,79 no loteamento Ecovillage), mostrando a importância das APA Delta do Jacuí e Banhado Grande como habitat de espécies aquáticas, apesar da carência de trabalhos com abordagem sobre a riqueza de espécies relacionadas a este ambiente na cidade que possibilitasse maior subsídio à pesquisa realizada.

Considerando a presença marcante do ambiente aquático na região metropolitana, o agrupamento feito na análise multivariada da flora aquática com as floras campestre e florestal, os mamíferos e os anfíbios, possibilita a interpretação da existência de Áreas de Preservação Permanente em bom estado de conservação comparativamente às águas do lago Guaíba, salientando os impactos causados pela produção de arroz, da agropecuária e da urbanização, visto que a cidade ainda não alcançou a universalização na coleta e tratamento do esgoto cloacal conforme apontado por Andrade et al. (2019).

Tomando como base o Índice de Shannon, o Morro de São Pedro possui o maior número de espécies, embora o índice seja menor que no Arado Velho e este fato se deve pela variedade

das floras campestre (423 espécies) e florestal (309 espécies), com relação ao restante das variáveis. O Belém Novo, o Arado Velho e o Parque Pontal (que possuem os maiores índices de Shannon) são ambientes com licenciamento para grandes empreendimentos imobiliários que, apesar das compensações ambientais a que foram sujeitos, induzem a urbanização nestes bairros na linha do pensamento defendido por Martins (2006).

Salientando a dificuldade da classificação das espécies por ambientes característicos (aquático, campestre e florestal) pelo fato que muitas espécies podem eventualmente estar presentes em mais de um ambiente, quando necessário, foi consultada a ordem taxonômica das famílias para aumentar ao máximo o acerto do agrupamento por ambientes. Os pássaros são o grupo mais abundante entre os animais analisados neste estudo e os dados indicam coerência de similaridade entre si, assim como as classes da paisagem (campos, florestas e ambientes aquáticos) devido ao tamanho das amostras.

Os mamíferos e anfíbios⁵³ agruparam-se com a riqueza da flora (campestre aquática e florestal) possibilitando a interpretação de uma interação significativa destes grupos de animais com espaços naturais bem preservados, o que vai ao encontro da classificação do Padrão Ecológico Espacial “muito forte”, que contempla 92% de superfície de campos e florestas e 90% das APP, demonstrando o êxito das políticas públicas para proteção do bioma Mata Atlântica.

Os resultados vão na direção dos dados da organização SOS Mata Atlântica, que indica que este bioma se encontra preservado, e não há diagnóstico de supressão em escala significativa de vegetação nativa na região metropolitana de Porto Alegre, principalmente na zona sul da cidade. A semelhança amostral dos campos com as outras classes da paisagem e o agrupamento destes com as aves mostra a interação do bioma Pampa no contexto ambiental da região, cujo bioma também necessita de instrumentos legais adequados para proteção deste ambiente.

Considerando a Trama Verde-Azul como conectividade paisagística, o Padrão Ecológico Espacial “muito forte” da análise multicritério sugere um potencial corredor ligando o extremo da zona sul em direção à Lomba do Pinheiro através de espaços que abrangem campos rupestres, maciços florestais, Áreas de Preservação Permanente da zona sul com altas declividades até as planícies alagáveis da zona norte. Este corredor verde-azul conecta os bairros Extrema, Lami, Lajeado, Boa Vista do Sul, Hípica, Serraria, Vila Nova, São Caetano,

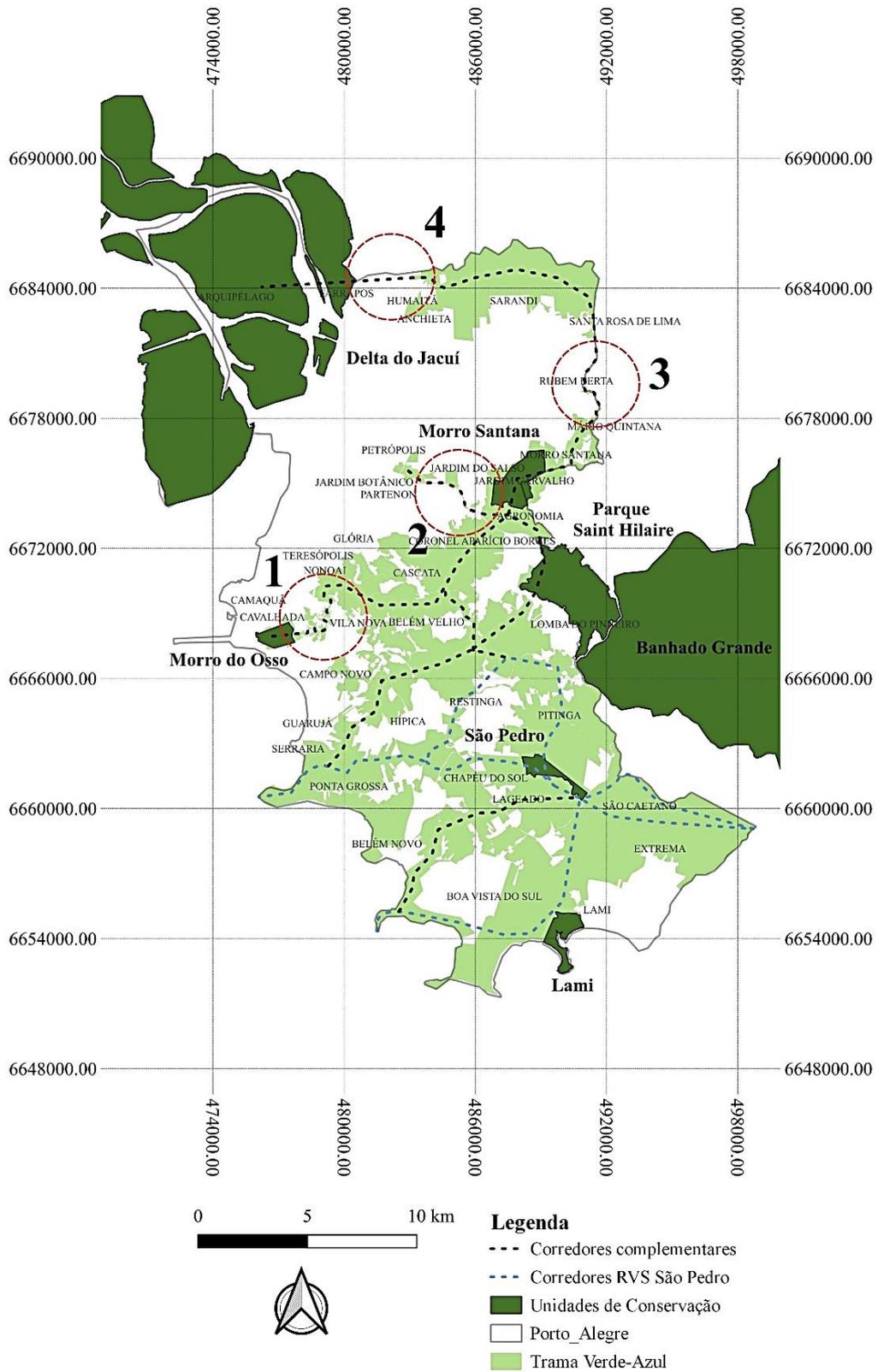
⁵³ Espécies mais associadas ao ambiente aquático (QUINTELA, PINHEIRO e LOEBMANN, 2011).

Belém Novo, Chapéu do Sol, Pitinga, Belém Velho, Cascata e Campo Novo; Agronomia e Morro Santana na zona leste. Na zona norte: Sarandi, Anchieta e Arquipélago.

A partir da análise multicritério, foi possível observar que a Trama Verde-Azul pode ser considerada uma rede de corredores ecológicos por compartilhar os objetivos de proteger, restaurar habitats e possibilitar a movimentação e dispersão de espécies. Esta rede de corredores deve ser estruturada através da interligação das Unidades de Conservação, em sintonia com os debates das oficinas do PDDUA, visto que aproximadamente 77% das áreas com Padrão Ecológico Espacial “muito forte” cobrem gravames legais, mostrando que a “Estratégia Ambiental” do PDDUA pode ser considerada exitosa.

Entretanto, estes ambientes estão sujeitos a muitos obstáculos em toda a cidade (principalmente no que toca a malha viária) que prejudicam a circulação da fauna e da flora, entre os quais foram identificados quatro pontos críticos (Figura 41):

Figura 41 - Trama Verde-Azul de Porto Alegre.



Fonte: Feito pelo autor no Qgis.

Ponto Crítico nº 1: A Avenida Cavalhada é um obstáculo para a ligação da UC do Morro do Osso com as áreas verdes da Vila Nova e Belém Velho. Esta ligação pode ser feita através uma travessia de fauna que envolva obras de infraestrutura “verde-azul”, bem como a disponibilização de áreas verdes nas imediações do entroncamento da Avenida Cavalhada com a avenida Eduardo Prado (Figura 42);

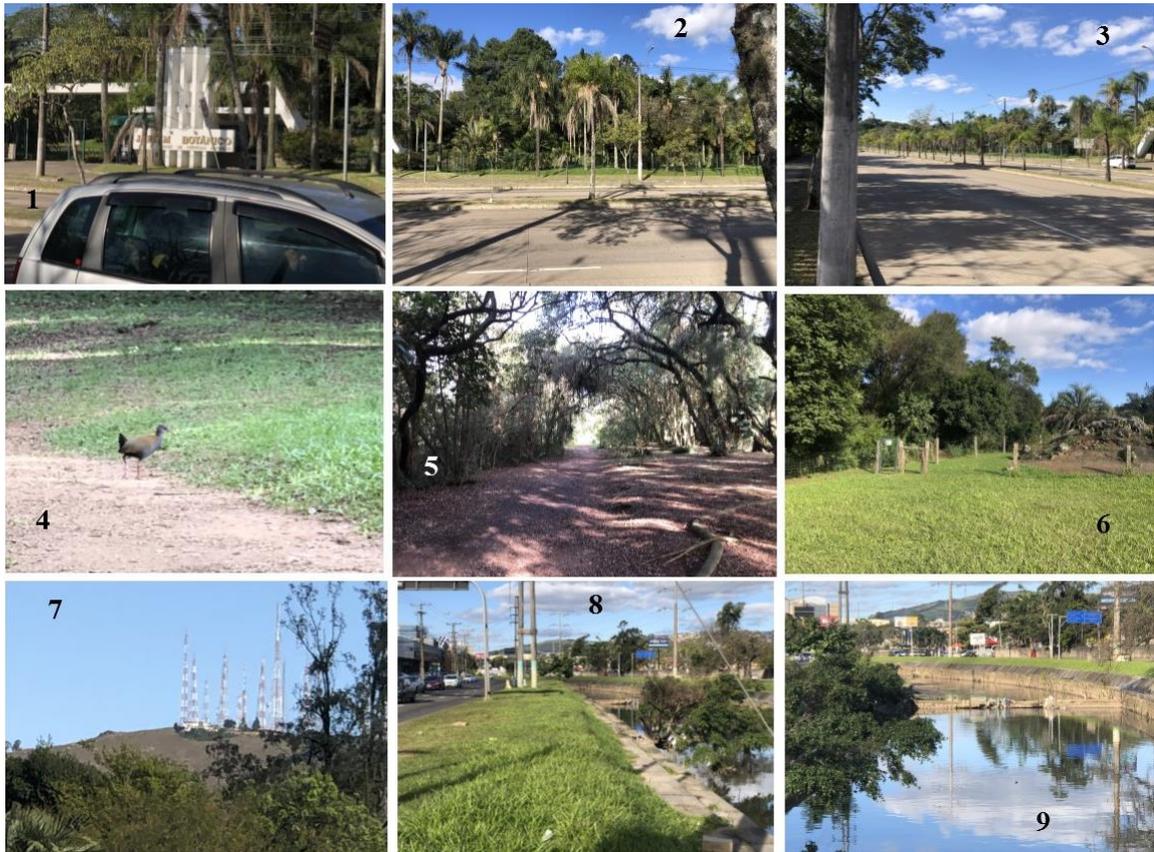
Figura 42 – Imagem 1: vista do bairro Vila Nova, Imagens 2,3,4,5,6: vista interna na UC Morro do Osso, Imagens 7,8 e 9: confluência das avenidas Cavalhada e Eduardo Prado



Fonte: Fotos feitas pelo autor.

Ponto Crítico nº 2: A ligação do Jardim Botânico (Padrão Ecológico Espacial “forte”) com o Morro Santana (Padrão Ecológico Espacial “muito forte”) pode ser realizada ao longo do arroio Dilúvio através da recuperação da APP e mais áreas verdes, ao longo da avenida Ipiranga e no entroncamento com a avenida Antônio de Carvalho (Figuras 43 e 44).

Figura 43 - Imagens 1, 2 e 3: acesso ao Jardim Botânico, Imagens 4,5 e 6: vistas internas do Jardim Botânico, Imagem 7: Vista do Morro da Polícia, Imagens 8 e 9: Arroio Dilúvio em direção ao Morro Santana.



Fonte: Fotos feitas pelo autor.

Figura 44- Vista do Morro Santana, a partir do Jardim Botânico.



Fonte: Foto feita pelo autor.

Ponto Crítico nº 3: Revitalização da Área de Preservação Permanente dos arroios Dorneles e Feijó na divisa com o município de Alvorada (Figura 45);

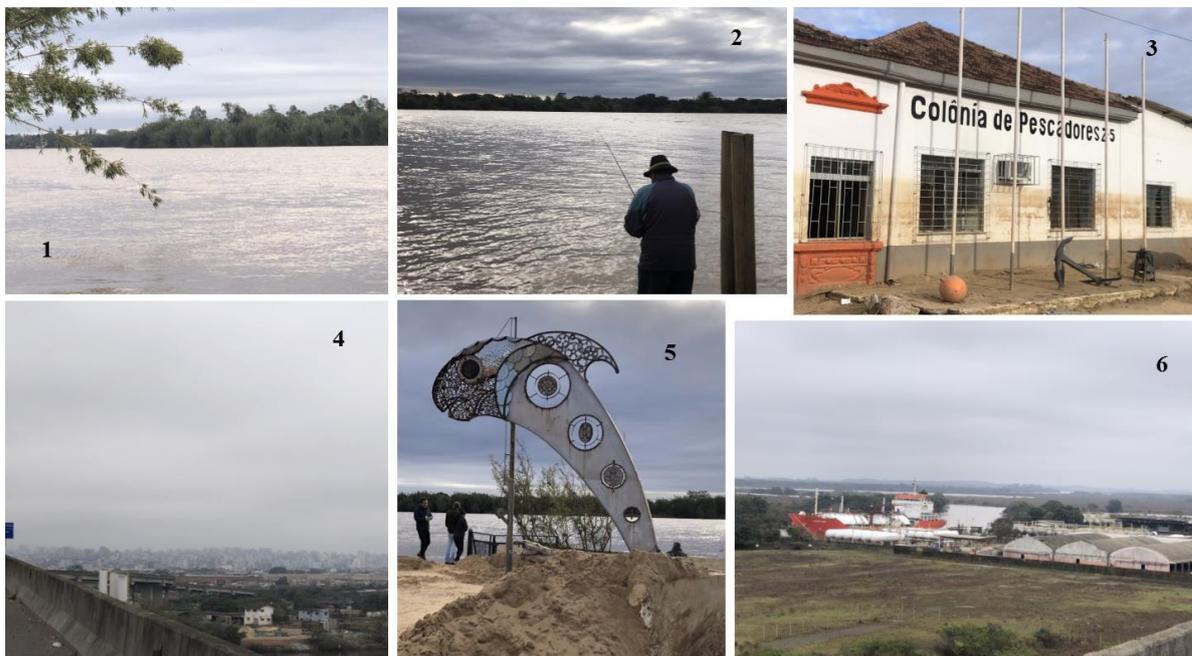
Figura 45- Imagens 1 a 9: Arroio Feijó na divisa entre os municípios de Porto Alegre (RS) e Alvorada (RS).



Fonte: Fotos tiradas pelo autor.

Ponto Crítico nº 4: Ligação dos bairros Humaitá e Farrapos com o bairro Arquipélago na APA do Delta do Jacuí que possui um grande obstáculo na rodovia Marechal Osório (BR 290), popularmente conhecida como Freeway. A conectividade pode ser feita travessia de fauna (elevação da pista por exemplo) nas imediações do entroncamento com a BR116, próximo à Arena do Grêmio (Figuras 46 e 47).

Figura 46 – Imagens 1, 2, 3 e 5: Ilha da Pintada, Imagem 4: vista do bairro Anchieta, Imagem 6: Vista da APA Delta do Jacuí.



Fonte: Fotos tiradas pelo autor.

Figura 47 - Imagem do Delta do rio Jacuí.

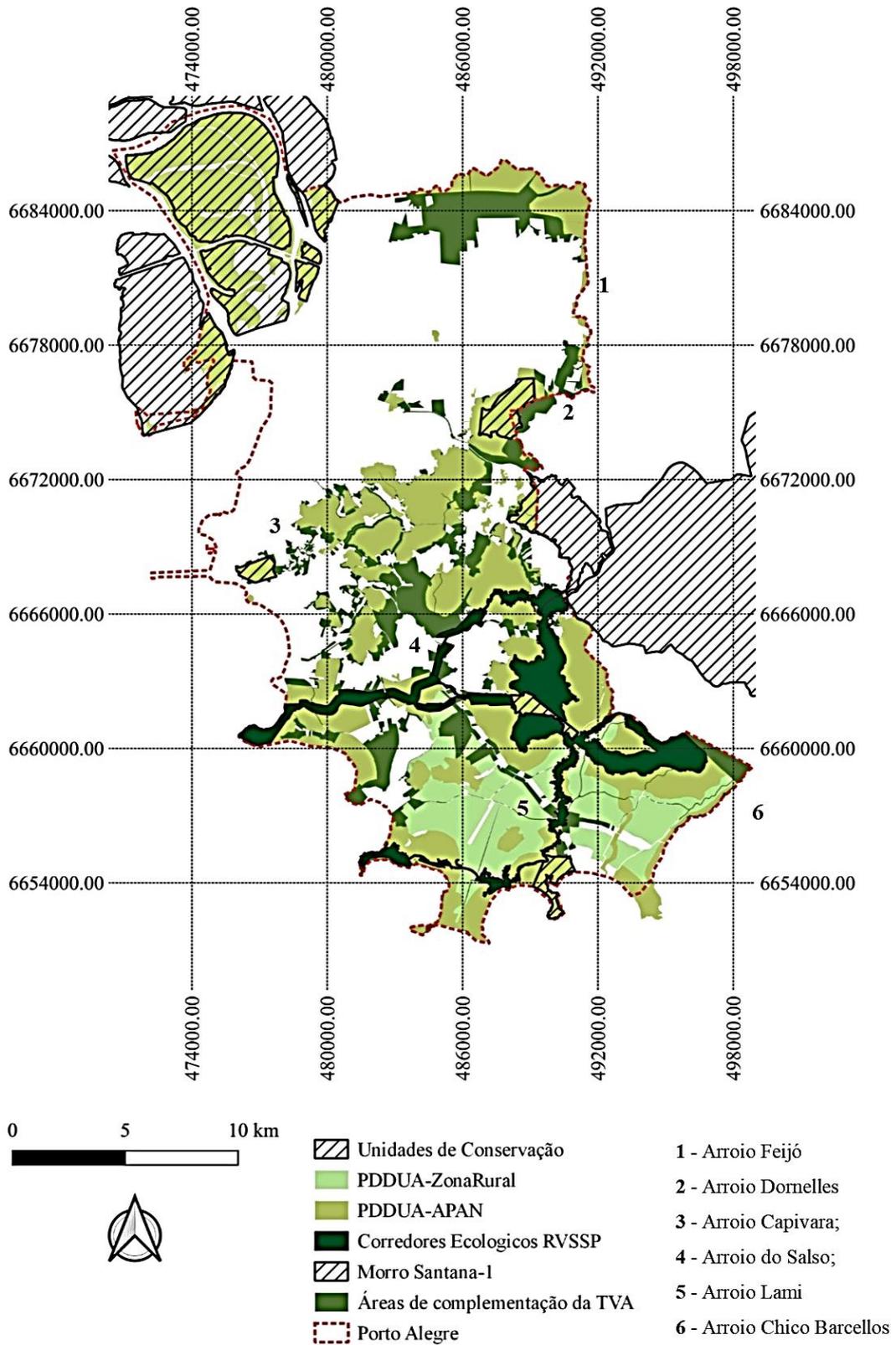


Fonte: Foto tirada pelo autor no viaduto da BR 448 (Rodovia do Parque).

Através da compreensão de que todas as classes de Padrão Ecológico Espacial possuem importância ecológica, cada uma de acordo com suas peculiaridades, a estratégia de planejamento urbano deve considerar as características socioambientais de cada espaço resultante da análise multicritério. Baseado nas áreas protegidas pelo Plano Diretor de Porto Alegre (APAN e Zona Rural), as Unidades de Conservação e pelo Corredor Ecológico do Refúgio de Vida Silvestre São Pedro verifica-se que os gravames da legislação já protegem quase a totalidade dos espaços necessários para uma TVA na cidade, em sintonia com estudos já realizados (RUBIN, 2023), (MOSCARELLI, 2021) e (LOGE, 2018).

Crítico à eficácia dos Planos Diretores, o questionário sugere que estes não têm conseguido enfrentar de forma satisfatória os desafios de proteção do meio ambiente, no entanto, podem incorporar a Trama Verde-Azul como instrumento da estratégia ambiental contemplando temas como: mobilidade ativa, habitação, drenagem, clima e a agricultura urbana. Como sugestão para delimitação espacial da Trama Verde-Azul, são apontados espaços a serem complementados pelos gravames do PDDUA a fim de potencializar os reservatórios de biodiversidade na cidade. Sendo a água um dos ambientes de estruturação da paisagem, as Áreas de Preservação Permanente dos arroios Feijó, Dornelles, Capivara, Salso, Lami e Chico Barcellos, são considerados espaços estratégicos para a estruturação da Trama Verde-Azul conforme indicado na Figura 48.

Figura 48 - Trama Verde-Azul de Porto Alegre.



Fonte: Mapa feito pelo autor no *Qgis*.

A pesquisa bibliográfica sobre o tema mostra que este pode ser dividido em dois grupos: um relacionado à infraestrutura de baixo impacto mais integrada ao meio ambiente, caracterizada como *Infraestrutura Verde-Azul*, e outro, conceitual, adotado como política pública relacionado a biodiversidade, a proteção e restauração dos ambientes naturais denominado *Trama Verde-Azul*. Para que a trama possa existir, é fundamental que a cidade também tenha a infraestrutura verde-azul para solucionar problemas urbanos mais integrados com a conservação da natureza. No entanto, ainda há desafios a serem vencidos, sobretudo no campo institucional pela operacionalização dos canais de participação da comunidade, através da integração política e da governança colaborativa. A prefeitura municipal disponibiliza dados sobre a cidade através da plataforma na internet “Observatório de Porto Alegre” (*Observapoa*)⁵⁴, contudo, há dados de posse da administração (estudos ambientais, inventários, levantamentos, cartografia, entre outros) que também devem ser disponibilizados ou melhor organizados para consulta pública. Outro desafio se constata no campo científico, que carece de maior interdisciplinaridade que possibilite aproximar o planejamento urbano da ecologia com novas metodologias de planejamento espacial, visto que ainda predominam trabalhos teóricos de natureza conceitual.

Um dado significativo revelado pelo Censo demográfico (2022) é que a população da cidade que era de 1.409.351 habitantes em 2010 foi reduzida para 1.332.845 em 2022, uma redução de 46.506 habitantes (5,4%). Considerando que a política ambiental deve estar alinhada com a habitacional, uma TVA também pode incorporar instrumentos que busquem fixar a população nos bairros já urbanizados e evitar o esvaziamento dos centros, induzindo o avanço da urbanização para espaços ambientalmente sensíveis nas periferias. A pesquisa bibliográfica, em sintonia com as oficinas do PDDUA, indica que a trama também deve possibilitar: a ampliação das rotas cicloviárias, de pedestres, transporte público de qualidade, gestão adequada de resíduos urbanos, recursos hídricos e a geração de energia com fontes renováveis próximo dos locais de consumo. Ao agregar a ampliação de espaços verdes e azuis urbanos, essenciais para o bem-estar físico e mental de seus habitantes, a Trama Verde-Azul pode ser entendida não somente como utopia, mas, quem sabe, o melhor instrumento para o enfrentamento de fenômenos climáticos adversos. A tabela 32 é uma síntese dos resultados das etapas da pesquisa.

⁵⁴ <https://prefeitura.poa.br/carta-de-servicos/observatorio-da-cidade-de-porto-alegre-observapoa>

Tabela 32 - Resultados das Etapas da pesquisa

	Pesquisa Bibliográfica	Questionário	Observação Participante	Análise Multivariada	Análise Multicritério
1	Diferença entre Infraestrutura e Trama Verde-Azul, nas qual as duas são interdependentes	Uma trama deve ser construída utilizando a Infraestrutura Verde-Azul.			
2	A Infraestrutura Trama Verde-Azul pode estar integrada à infraestrutura convencional “cinza”		Ainda há muita carga de esgoto cloacal na rede pluvial.		
3	Semelhança entre os corredores ecológicos e a TVA	Há um nível de similaridade forte de uma Trama Verde-Azul e um corredor ecológico	Corredores Ecológicos: 1) Importância de se manter as APP de “Topo de Morro”; (2) as APP são “Corredores Ecológicos” naturais. (3) devem estar ligadas às UC; (4) devem estar representadas espacialmente nas Cartas do Plano Diretor; (5) os corredores de interligação devem ser gravados independentemente do grau de urbanização dos bairros.		
4	A Trama pressupõe conectividade paisagística e deve estar integrada às Unidades de Conservação	Os Planos Diretores contribuem para a proteção das Áreas de Preservação Permanente e na	Unidades de Conservação: (1) regulamentar regras e restrições das Unidades de Conservação;		

		arborização urbana com espécies nativas	(2) Incluir o Morro Santana como Unidade de Conservação; (3) Criar de novas UC no município; (4) Interligar as UC através dos “Corredores Ecológicos”.		
5	Dificuldade de construção institucional da TVA com participação democrática		É carente a participação comunitária na gestão ambiental.		
6	Não há um método específico para estruturação de uma trama				
7	A presença das áreas verdes e os corpos de água são importantes para o bem-estar físico e mental				
8	Os inventários e o conhecimento sobre a biodiversidade são importantes para a delimitação de uma Trama Verde-Azul	Uma trama pode ser delimitada a partir da sobreposição das camadas: solos, biodiversidade, temperatura e as classes da paisagem		Esta etapa da pesquisa indica um potencial corredor ligando o extremo da zona sul à Lomba do Pinheiro, Morro Santana, Sarandi e ilhas como trajeto potencial para uma Trama Verde-Azul. Este corredor atravessa espaços compostos por campos rupestres, maciços florestais e Áreas de Preservação Permanente, em relevos com altas declividades da zona sul até as planícies alagáveis da zona norte.	Considerando a Trama Verde-Azul como conectividade paisagística, o Padrão Ecológico Espacial “muito forte” indica a possibilidade de estruturação de um corredor ecológico em Porto Alegre a partir do extremo da zona sul nos bairros: Extrema, Lami, Lajeado, Boa Vista do Sul, Hípica, Serraria, Vila Nova, São Caetano, Belém Novo, Chapéu do Sol, Pitinga, Belém Velho, Cascata e Campo Novo; Agronomia e

					Morro Santana na zona leste. Na zona norte: Sarandi, Anchieta e Arquipélago.
9	O Plano Diretor de Porto Alegre já dispõe de muitos instrumentos que podem compor uma TVA		A legislação já dispõe de instrumentos como a APAN, as UC, os corredores e IPTU ecológicos, entre outros		
10		É muito forte o grau de relacionamento de uma TVA com o Plano Diretor.	O PDDUA deve: (1) direcionar o crescimento para os bairros mais centralizados e consolidados; (2) não incentivar a densificação do núcleo central e a zona sul do município; (2) Centralidades mais acessíveis às populações de menor faixa de renda; (3) Continuidade da dinâmica de discussão do planejamento mesmo após a aprovação do PDDUA.		
11		Os Planos Diretores abordam o mapeamento de solos adequados à urbanização e áreas de risco			
12		Os Planos Diretores contribuem pouco para: (1) Proteção das áreas verdes;	(1) o sistema viário induz a ocupação do solo e fragmentação dos ambientes naturais; (2) influência da redução da vegetação nas “ilhas de calor”;		

		<ul style="list-style-type: none"> (2) Mapeamento dos corredores ecológicos; (3) Monitoramento da fauna e flora; (4) Disponibilização de Habitação de Interesse Social; (5) Promover o transporte ativo; (6) Direcionar o crescimento das cidades; (7) Promover a drenagem urbana sustentável; (8) Promover a gestão sustentável de resíduos. 	<ul style="list-style-type: none"> (3) o licenciamento não considera a peculiaridade dos biomas; (4) Desregulamentação do Licenciamento; (5) os condomínios reduzem a vegetação e induzem a ocupação ao proporcionar a infraestrutura nos bairros. (6) a política urbana não consegue atender as demandas da Habitação de Interesse Social 		
Síntese Geral					
<p>Uma Trama Verde-Azul pode ser entendida como um corredor ecológico estruturado à partir das Áreas de Preservação Permanente, ambientes aquáticos, campos e florestas que ligam Unidades de Conservação caracterizadas como “Reservatórios de Biodiversidade”. Uma trama deve ser orientada por inventários sobre a riqueza de espécies e pode ser delimitada a partir da sobreposição das camadas: solos, biodiversidade, temperatura e as classes da paisagem, cujo método pode ser adaptado de acordo com as peculiaridades de cada local.</p> <p>Os Planos Diretores são instrumentos importantes para a proteção dos espaços ricos em biodiversidade que podem incluir os gravames da TVA como instrumento de controle da urbanização que provoca a fragmentação dos ambientes naturais através do sistema viário. Uma Trama Verde-Azul deve buscar a conectividade paisagística, a fim de interligar os corredores ecológicos, independentemente do grau de urbanização dos bairros, promovendo intervenções no espaço através da Infraestrutura Verde-Azul que pode estar integrada à infraestrutura convencional “cinza”.</p> <p>O Plano Diretor de Porto Alegre já dispõe de instrumentos como a APAN, os benefícios do IPTU destas e os Corredores Ecológicos que podem ser utilizados para estruturar uma TVA, entretanto, também são necessárias políticas públicas construídas com participação democrática que promovam habitações às populações de menor renda mais próximo do centro da cidade, ampliar o transporte ativo, a agricultura urbana, entre outras práticas que possibilitem um modo de vida mais integrado com o meio ambiente.</p> <p>Considerando a Trama Verde-Azul como conectividade paisagística, esta trama em Porto Alegre deve ser um corredor através dos bairros: Extrema, Lami, Lajeado, Boa Vista do Sul, Hípica, Serraria, Vila Nova, São Caetano, Belém Novo, Chapéu do Sol, Pitinga, Belém Velho, Cascata, Campo Novo, Agronomia, Morro Santana, Sarandi, Anchieta e Arquipélago.</p>					

Apesar do momento crítico de crise ambiental na atualidade, o debate sobre a flexibilização de normas como instrumento de desenvolvimento econômico é muito presente no debate político. As pautas ambientais e socioeconômicas devem orientar as políticas públicas da atualidade, sendo fundamental, neste sentido, o fortalecimento das autoridades públicas para atuar na mediação entre interesses públicos e privados. Mesmo que a ciência tenha condições de orientar os caminhos para conter esta crise, o grande desafio a ser enfrentado seguirá, sobretudo nos campos político, econômico e social onde o equilíbrio entre crescimento econômico e as pautas ambientais vivem em constante conflito.

CAPÍTULO 6: CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho abordou a delimitação de uma Trama Verde-Azul em ambiente urbano como instrumento de apoio ao planejamento urbano e regional através de um Padrão Ecológico Espacial a partir dos gravames da legislação urbanística e ambiental de Porto Alegre (Rio Grande do Sul). Para a realização do trabalho, foi pesquisada a amplitude do tema no Brasil e em outros países, com o objetivo estabelecer o referencial teórico para entendimento do problema. Também foi aplicado de um questionário a profissionais e capturada as percepções dos participantes nas oficinas do Plano Diretor de Porto Alegre. Finalmente ao estudo foi agregada uma Análise Multivariada e uma Análise Multicritério.

A pesquisa resultou num mapa com a delimitação da trama, que após a sobreposição sobre os gravames legais das APAN, Corredores Ecológicos e Unidades de Conservação, indica os espaços que podem ser delimitados pela legislação para a estruturação de uma TVA na área de estudo. Para que a trama possa ser viabilizada em Porto Alegre é necessário que a cidade também tenha a infraestrutura verde-azul integrada aos ambientes naturais para que possa estabelecer conexões entre ecossistemas e enfrentar problemas urbanos como: ilhas de calor, absorção das águas de chuvas, geração de energia com fontes renováveis, entre outros, de forma a proporcionar os benefícios dos serviços ecossistêmicos à sociedade como um todo.

Por este motivo, a partir do pressuposto de que, através da identificação de conceitos, diretrizes e instrumentos urbanísticos, o conhecimento de possíveis interações ecológicas e o estabelecimento de um Padrão Ecológico Espacial na área de estudo, foi possível delimitar os gravames da Trama Verde-Azul na legislação urbanística e ambiental de Porto Alegre, cuja estruturação foi dividida em três partes:

A primeira parte foi elaborada a partir de uma pesquisa bibliográfica, um questionário e observação participante com o propósito de identificar conceitos, percepções e instrumentos que podem contribuir na estruturação de uma Trama Verde-Azul. O objetivo desta etapa foi a identificação da abrangência do tema através da literatura, a percepção de especialistas sobre o Planejamento Urbano e a TVA, bem como as expectativas da revisão do PDDUA sobre a política ambiental de Porto Alegre. A literatura mostra que a Trama Verde-Azul é um instrumento de planejamento para proteção e restauração de ambientes naturais que surgiu em vários países e pode ser dividida em dois grupos: O primeiro relacionado à implantação de infraestrutura integrada com a natureza (reservatório de amortecimento, telhados verdes, parques públicos, entre outros). O segundo é baseado em políticas públicas voltadas à proteção

e recuperação da biodiversidade em áreas urbanas e rurais. A partir deste entendimento a questão deste trabalho se coloca em como delimitar uma Trama Verde-Azul no espaço a partir de variáveis físicas e ambientais.

Os corredores ecológicos, as Áreas de Proteção ao Ambiente natural (APAN) e outros instrumentos já estão contemplados no Plano Diretor de Porto Alegre, que juntamente com os planos de Manejo das Unidades de Conservação municipais proporcionam base institucional satisfatória para a Trama Verde-Azul. Entretanto, existe a percepção de que os espaços de debate e participação na cidade através da governança colaborativa tendem a ser diminuídos. A primeira etapa da pesquisa indica que a Trama Verde-Azul pode ser compreendida como algo maior do que uma política pública ou projetos de infraestrutura integrados com o meio ambiente, mas sobretudo um novo modo de vida e hábitos de consumo. Em vários países o tema está associado a: ampliação de ciclovias, rotas de pedestres, transporte público de qualidade, gestão adequada de resíduos urbanos, recursos hídricos, geração de energia com fontes renováveis, moradia de qualidade, a ampliação de espaços verdes e azuis urbanos, essenciais para o bem-estar físico e mental. Entretanto, ainda há necessidade de maior integração interdisciplinar no campo científico para aproximar ainda mais o planejamento urbano da ecologia.

A segunda parte foi feita através de uma análise multivariada por semelhança, agrupamento e coordenadas principais, cujo objetivo foi identificar possíveis interações ecológicas da fauna e flora nas classes da paisagem (urbano, campos, florestas e água) de Porto Alegre com o objetivo de avaliar os ambientes mais preservados e subsidiar a delimitação espacial da Trama Verde-Azul. Foram coletados dados em Estudos de Impacto Ambiental de empreendimentos imobiliários e planos de manejo das Unidades de Conservação municipais e estaduais, onde constam mamíferos como o *Lycalopex gymnocercus* (graxaim do mato), a *Cavia magna* (preá), o *Alouatta guariba clamitans* (bugio-ruivo); e répteis/anfíbios como: a *Philodryas olfersii* (cobra-cipó), o *Teius oculatus* (lagarto-verde) e o *Caiman latirostris* (jacaré do papo amarelo) que necessitam de espaços com dimensões e vegetação bem preservadas para estabelecer seu ciclo de vida (alimentação, repouso e reprodução).

A paisagem campestre é muito presente em semelhança e agrupamento com as outras classes mostrando a importância ecológica do bioma Pampa onde foi inventariado, entre outras espécies, o *Ozotoceros bezoarticus* (veado-campeiro). Considerando a riqueza dos grupos por ambientes, as aves constituem grupos semelhantes entre si. O grupo formado pelas floras aquática, campestre e florestal, os mamíferos e os anfíbios, possibilita a interpretação da existência de Áreas de Preservação Permanente em bom estado de conservação. A análise

multivariada sugere ainda a presença de matas bem preservadas demonstrando que o bioma Mata Atlântica tende a ser mais preservado em sintonia com os dados da organização SOS Mata Atlântica que indica que não há diagnóstico de supressão deste bioma na região metropolitana de Porto Alegre. A segunda parte da pesquisa sugere ainda um potencial corredor ligando o extremo da zona sul, Lomba do Pinheiro, Morro Santana, Sarandi e ilhas como trajeto preferencial para a Trama Verde-Azul, através de campos rupestres, matas e Áreas de Preservação Permanente.

A terceira parte foi realizada com através de uma análise multicritério em que profissionais atribuíram pesos às camadas: biodiversidade, fragilidade dos solos, mobilidade de espécies e paisagem. Esta ferramenta identificou que o Padrão Ecológico Espacial “mais fraco” abrange as áreas urbanizadas onde as temperaturas são mais elevadas, possuem menor biodiversidade e se situam nas menores declividades onde estão sujeitas a alagamentos nos períodos de chuvas intensas.

Os relevos mais frágeis com riscos de deslizamentos estão na zona sul e nos bairros do centro geográfico do município (Extrema, São Caetano, Lajeado, Ponta Grossa, Hípica, Sétimo Céu, Vila Nova, Belém Velho, Cascata, Agronomia e Morro Santana) onde o clima é mais ameno e há maior riqueza de espécies. As temperaturas são mais elevadas nos bairros Sarandi e Anchieta na zona norte que possuem relevo mais plano, e na Restinga, zona sul, onde o relevo também é mais plano. O bairro Arquípedago (zona norte) na Área de Proteção Ambiental Delta do Jacuí possui temperaturas mais amenas devido à grande cobertura vegetal e o baixo nível de urbanização do local.

Entre as unidades amostrais, o Arado Velho apresentou o valor mais alto do índice de Shannon, que foi de 1,91 seguido do Belém Novo com 1,79, que estão às margens do lago Guaíba. Na zona norte, o maior índice foi 1,79 no loteamento Ecovillage, que está na área de amortecimento do rio Gravataí, Estes valores indicam a maior riqueza de espécies relacionados ao ambiente aquático, cuja frequência entre as variáveis estudadas representa a maior biodiversidade destes locais.

O Padrão Ecológico Espacial “muito forte” abrange 92% das Unidades de Conservação da cidade e 90% das Áreas de Preservação Permanente. Este padrão contempla paisagens compostas por ambientes aquáticos, campos e matas que compõe a transição dos biomas Pampa e Mata Atlântica no município, indicando a viabilidade de utilização desta classe para delimitar a Trama Verde-Azul. Todas as classes de Padrão Ecológico Espacial possuem importância ambiental e o planejamento urbano deve considerar as peculiaridades socioambientais destes

espaços a fim de proporcionar regimes urbanísticos apropriados conforme os padrões de urbanização existentes.

Considerando a TVA uma conectividade paisagística, o padrão “muito forte” indica que a trama deve ser delimitada a partir dos bairros: Extrema, Lami, Lajeado, Boa Vista do Sul, Hípica, Serraria, Vila Nova, São Caetano, Belém Novo, Chapéu do Sol, Pitinga, Belém Velho, Cascata e Campo Novo, Agronomia, Morro Santana, Sarandi, Anchieta e Arquipélago.

Com base nos resultados alcançados na primeira parte do trabalho consideramos que o objetivo específico número um foi atingido no sentido de compreender que a legislação urbanística e ambiental de Porto Alegre possui instrumentos que possibilitam a estruturação de uma Trama Verde-Azul na cidade através da conectividade paisagística entre as Unidades de Conservação, apesar da percepção de que o gerenciamento das políticas públicas no Brasil seja deficiente. Também foi possível identificar a diferença entre a Infraestrutura e a Trama Verde-Azul, considerando que ambas se complementam para viabilizar a proteção e restauração dos ambientes naturais.

Os resultados da segunda parte indicam que o objetivo específico número dois foi atingido visto que a análise multivariada sugere interações ecológicas coerentes no espaço geográfico que indicam a presença de ambientes bem preservados, principalmente do bioma Mata Atlântica. A análise também sugere um potencial corredor ligando o extremo da zona sul à zona norte através da Lomba do Pinheiro, Morro Santana, Sarandi e Arquipélago como trajeto preferencial para a Trama Verde-Azul.

A análise multicritério possibilitou estabelecer um Padrão Ecológico Espacial através das camadas biodiversidade (riqueza de espécies), fragilidade ambiental (solos), mobilidade de espécies (temperatura superficial) e paisagem (urbana, campestre, florestal e aquática) que identificou a possibilidade de delimitação de uma trama coerente os resultados da análise multivariada mostrando que o objetivo número três também foi atingido.

Apesar deste trabalho não ter a pretensão de proporcionar uma resposta ampla sobre o tema abordado, os resultados indicam que o objetivo geral foi alcançado por ter possibilitado a estruturação de um método de identificação de um padrão ecológico espacial para delimitar espacialmente uma TVA e complementar os gravames da legislação urbanística e ambiental da cidade de Porto Alegre.

Algumas recomendações são feitas para a viabilização de uma trama na cidade:

1. A importância de valorizar, preservar e recuperar as Áreas de Preservação Permanente dos arroios, em especial os arroios: *Feijó*, *Dornelles*, *Capivara*, do *Salso*,

Lami e Chico Barcelos. Estes ambientes devem receber atenção especial no que se refere a fiscalização e controle do uso do solo nestes espaços que estão 90% inseridos no Padrão Ecológico Espacial “muito forte” e são muito importantes para a conectividade entre as Unidades de Conservação.

2. Apesar do Ato administrativo da Universidade Federal do Rio Grande do Sul que instituiu o Refúgio de Vida Silvestre da UFRGS, esta Unidade pode ser incluída na legislação municipal com o objetivo de aproximar a gestão administrativa e de pesquisas para o intercâmbio de recursos, dados e estudos entre a municipalidade e a UFRGS.

3. A inclusão dos gravames dos Corredores Ecológicos no Plano Diretor a fim de aumentar a proteção jurídica destes corredores.

4. Os dados dos estudos de impacto devem ser processados e disponibilizados para consulta pública como suporte para novas pesquisas. Neste sentido, a municipalidade também deve realizar inventários com periodicidade regular em toda a cidade a fim monitorar a riqueza de espécies nos bairros como instrumento de subsídio para orientar políticas públicas.

5. Proposição de políticas públicas para proteção do bioma Pampa, nos moldes do *Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica de Porto Alegre*.

Devido às dificuldades na obtenção de dados, o presente trabalho apresenta limitações tais como a ausência de indicação do índice de Shannon na APA Delta do Jacuí que poderia ampliar os resultados encontrados. Também devem ser considerados os desafios no desenvolvimento da pesquisa durante a pandemia do Coronavírus que estabeleceu um novo padrão de ensino e relacionamento interpessoal, bem como as enchentes que ocorreram no Rio Grande do Sul em maio/junho de 2024 que ocasionaram grandes desafios institucionais. Para futuras pesquisas a partir do tema, como sugestão para ampliação e aperfeiçoamento do método adotado neste trabalho, recomenda-se a utilização de subclasses dos ambientes urbanos, campestres, florestais e aquáticos tais como: solo exposto, produção agrícola, densidade demográfica, subclasses florestais (matas ombrófilas densa, mistas e abertas), lagos, arroios, entre outras.

Os resultados apontam a viabilidade do método construído através da Design Science Research como instrumento de auxílio no planejamento urbano e ambiental, com o entendimento de que uma Trama Verde-Azul não se limita somente a florestas, mas contempla também os ambientes aquáticos e campestres, principalmente considerando as características dos biomas em que está inserida.

Por fim, esta pesquisa pretende proporcionar uma pequena contribuição no desafio proporcionar um método para delimitar uma Trama Verde-Azul em ambiente urbano que possa ser adaptado de acordo com a realidade de cada localidade. Através desta proposta metodológica, planejadores, gestores públicos, entre outros profissionais, podem dispor de uma ferramenta que auxilie no diálogo e intercâmbio entre disciplinas, a fim estabelecer novas políticas públicas para proteção e recuperação dos ambientes naturais. O grande desafio para a preservação ambiental não é a criação de novas Leis, mas a gestão adequada e a capacidade de interlocução destes temas, sobretudo, considerando as pautas econômicas. Os resultados mostram que as legislações urbanística e ambiental de Porto Alegre dispõem de elementos suficientes para a implantação de uma Trama Verde-Azul. No entanto, para que esta exista de fato, deve ser construída sobretudo com a participação das instituições e da sociedade civil, a fim de ser apropriada pelas pessoas e se torne mais que uma política pública, mas sobretudo um modo de se relacionar com o meio ambiente.

REFERÊNCIAS

ABG, E. E. M. A. **Revitalização do Cais Mauá**. Porto Alegre, p. 458 - volume I. 2015. Termo de Referência 04/11.

ACCORDI, I. A.; HARTZ, S. M.; OHLWEILER, A. O sistema Banhado Grande como uma área úmida de importância internacional. **II Simpósio de áreas protegidas**, 2003. 56-63.

AEROGEO, A. G. E. E. **Relatório de Impacto Ambiental para a duplicação da estrada Edgar Pires de Castro, no trecho entre a Avenida Juca Batista e a Estrada Darci Pereira Pozzi (4,5km)**. Porto Alegre, p. 154. 2012. Expediente Único nº 002.072249.05.6.

AHERN, J. GreenwaysintheUSA:theory, trends and prospects. **Ecological networks and greenways**, p. 34-55, 2004. Disponível em:
<<http://dx.doi.org/10.1017/CBO9780511606762.005>>.

ALONSO, A.; COSTA, V. Por uma Sociologia dos conflitos ambientais no Brasil. **ALIMONDA, Héctor (compilador) Ecología Política. Naturaleza, sociedad y utopía**, p. 115-136, 2002. Disponível em:
<https://bibliotecavirtual.cebrap.org.br/arquivos/227_artigo.pdf>.

AMSALLEM, J.; DESHAYES, M.; BONNEVIALLE, M. Analyse comparative de méthodes d'élaboration de trames vertes et bleues nationales et régionales. **Sciences Eaux & Territoires**, janeiro 2010. 40-45. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3917/set.003.0040>>.

ANDRADE, L. C. D. et al. Lago Guaíba: uma análise histórico-cultural da poluição hídrica em Porto Alegre, RS, Brasil. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 24, p. 229-237, março / abril 2019. ISSN 21. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1413-41522019155281>>.

AQUINO, I. G. D. **Conectividade da Paisagem entre Unidades de Conservação do Distrito Federal baseada em Modelos de Custo Friccional**. Monografia de Graduação em Ciências Ambientais: [s.n.], 2014. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://bdm.unb.br/bitstream/10483/12650/1/2014_IgorGuedesdeAquino.pdf>.

ARAUJO, N. P. D. Vilas de Malocas e Bairro Restinga: a versão dos removidos sobre o plano de confinamento em vila de transição Porto Alegre de 1967-1970. In: AL, A. B. E.

Comunicações do III Encontro Discente de História da UFRGS. [S.l.]: Fi, 2019. p. 77-87. Disponível em: <<https://www.editorafi.org/563historia>>. ISBN - 978-85-5696-563-9.

ASSESSMENT, M. E. E. A. **Ecosystems and human well-being: our human planet-summary for decision-makers.** [S.l.]: Island Press, 2005.

AVILA, A. M.; LINGNAU, R. Crise ambiental, ensino de Biologia e Educação Ambiental - Uma abordagem crítica. **Revista Monografias Ambientais**, 7, maio - agosto 2015. 137-150. Disponível em: <<https://doi.org/10.5902/2236130817921>>.

BABAK, O.; DEUTSCH, C. V. Statistical approach to inverse distance interpolation. **Stochastic Environmental Research and Risk Assessment**, v. 23, p. 543-553, 2009. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/225753444_Statistical_approach_to_inverse_distance_interpolation>.

BAESSE, C. Q. Aves como biomonitoras da qualidade ambiental em fragmentos florestais do Cerrado. Dissertação (Mestrado em Ecologia), Uberlândia, p. 113, fevereiro 2015. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/13416>>.

BAKER, P. J. et al. Factors affecting the distribution of small mammals in an urban area. **Mammal review**, v. 33, p. 95-100, 2003. Disponível em: <<https://doi.org/10.1046/j.1365-2907.2003.00003.x>>.

BARBOSA, C. **Planejamento urbano sustentável: diretrizes de urbanização embasadas nas características geomorfológicas/pedológicas de vertentes.** Dissertação de Mestrado em Geografia. ed. Rio Claro (SP): [s.n.], 2010. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/95545>>.

BARGOS, D. C.; MATIAS, L. F. ÁREAS verdes urbanas: Um estudo de revisão e proposta conceitual. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 6, p. 172-188, 2011. ISSN 3. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5380/revsbau.v6i3.66481>>.

BECK DE SOUZA, E. L. **EIA / RIMA da Implantação da Linha 2 do Metrô de Porto Alegre e Conexão com a Linha 1.** Empresa de Trens Urbanos de Porto Alegre S.A. - TRENSURB. Porto Alegre, p. 71. 2001. Termo de Contrato N° 01.104.883.

BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. **Ecology from individuals to ecosystems.** 4ª. ed. Oxford: Blackwell publishing Ltd., 2006. 469 p.

BENSUSAN, N. **Conservação da biodiversidade em áreas protegidas**. Rio de Janeiro: FGV Editora, 2006.

BERCHON, J. D. S.; FIRMINO, H. Z. Do porto ao Pontal: Encontros e reflexões na orla do Guaíba. **PIXO-Revista de Arquitetura, Cidade e Contemporaneidade**, v. 7, p. 370-383, 2023. ISSN 25.

BERGÈS, L.; ROCHE, P.; AVON, C. Corridors écologiques et conservation de la biodiversité, intérêts et limites pour la mise en place de la Trame verte et bleue. **Sciences Eaux & Territoires**, p. 34-39, 2010. ISSN 3. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3917/set.003.0034>>.

BERTHOLD, P. **Bird migration: a general survey**. [S.l.]: Oxford University Press, 2001.

BIONDI, D.; BOBROWSKI, R. Utilização de índices ecológicos para análise do tratamento paisagístico arbóreo dos parques urbanos de Curitiba - PR. **Enciclopédia Biosfera**, v. 10, p. 3006-3017, 2015. ISSN 18. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.4547.6560>>.

BIOTA GEOM, P. E. C. A. **Estudo de Impacto Ambiental do Condomínio residencial e comercial Jockey Club do Rio Grande do Sul**. Prefeitura Municipal de Porto Alegre. Porto Alegre, p. 555. 2013. Termo de Referência nº 01/12 de 15 de março de 2012.

BLANCO, D. E. Los humedales como habitat de aves acuáticas. **Tópicos sobre humedales subtropicales y templados de Sudamérica.**, v. 2, p. 219-228, 1999. Disponível em: <https://cidta.usal.es/cursos/biologia/modulos/Curso/Libros/pdf/aves_humedales.pdf>.

BODIN, Ö. Collaborative environmental governance: Achieving collective action in social-ecological systems. **Science**, v. 357, p. eaan1114, agosto 2017. ISSN 6352. Disponível em: <<https://doi.org/10.1126/science.aan1114>>.

BOLDRINI, I. I. et al. Aspectos florísticos e ecológicos da vegetação campestre do Morro da Polícia, Porto Alegre, RS, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Curitiba, p. 89-100, 08 julho 1998. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0102-33061998000100007>>.

BONI, V.; QUARESMA, S. J. Aprendendo a entrevistar: como fazer entrevistas em Ciências Sociais. **Revista Eletrônica dos Pós-Graduandos em Sociologia Política da UFSC**, v. 2, p. 68-80, 2005. ISSN 1. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/emtese/article/view/18027>>.

BONNEMAISON, J. Voyage autour du territoire. **L'Espace géographique**, p. 249-262, 1981. Disponível em: <<https://doi.org/10.3406/SPGEO.1981.3673>>.

BORCARD, D.; GILLET, F.; LEGENDRE, P. **Numerical ecology with R**. Nova Iorque: springer, v. 2, 2011.

BORGES, V. O. et al. Zonas climáticas locais e as ilhas de calor urbanas: Uma revisão sistemática. **Revista Brasileira de Climatologia**, Dourados-MS, v. 31, jul-dez 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.55761/abclima.v31i18.15755>>.

BRAGA, M. R. **Mudanças climáticas e migração de aves (TYRANNIDAE) nas Américas**. Campinas: [s.n.], 2015. 6 p. Disponível em: <<https://repositorio.unicamp.br/acervo/detalhe/953033>>. Dissertação de Mestrado (Ecologia).

BRASIL. Lei nº 6938, de 31 de ago. de 1981. **Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.**, Brasília, DF, ago 1981.

BRASIL. Lei nº 9.433 de 08 de jan. de 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei**, Brasília (DF), jan 1997.

BRASIL. Lei nº 9.605 de 12 de fev. de 1998. **Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.**, Brasília (DF), fev 1998.

BRASIL. Lei nº 9.985 de 18 de jul. de 2000. **Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências.**, Brasília (DF), jul 2000a.

BRASIL. Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000. **Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências.**, Brasília (DF), jul 2000b.

BRASIL. Lei nº 10.257 de 10 de jul.2001. **Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências**, Brasília (DF), jul 2001.

BRASIL. Decreto nº 4.297 de 10 de jul. de 2002h. **Regulamenta o art. 9o, inciso II, da Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981, estabelecendo critérios para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil - ZEE, e dá outras providências.**, Brasília (DF), jul 2002a.

BRASIL. Lei nº 11.428 de 22 de dez. de 2006. **Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências.**, Brasília (DF), 2006.

BRASIL. Lei nº 12.187 de 29 de dezembro de 2009. **Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências**, Brasília (DF), 2009. Artigo 2º, item VIII.

BRASIL. Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012. **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e dá outras providências**, Brasília (DF), mai 2012a. Item II, parágrafo 2º, artigo 3º.

BRASIL. **Monitoramento do desmatamento nos biomas brasileiros por satélite: Monitoramento do bioma Mata Atlântica**. Ministério do Meio Ambiente. Brasília, p. 101. 2012b.

BRASIL. Agenda 21 Global. **Ministério do Meio Ambiente**, 07 maio 2023. Disponível em: <<https://antigo.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21/agenda-21-global.html>>.

BRASIL. Decreto nº 11.349 de 01 de jan. de 2023. **Aprova a Estrutura Regimental e o Quadro Demonstrativo dos Cargos em Comissão e das Funções de Confiança do Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima e remaneja cargos em comissão e funções de confiança.**, Brasília (DF), jan 2023.

BRASIL, A. D. O. **Os corredores ecológicos e sua aplicação no licenciamento ambiental no Município de Porto Alegre, RS, Brasil**. Porto Alegre: [s.n.], 2015. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/141916>>.

BRASIL, C. **Município de Porto Alegre**. [S.l.]. 2022.

BRASIL, M. Pampa sul-americano perdeu 16,3% de vegetação nativa em 20 anos, mostra mapeamento inédito, abrangendo Brasil, Argentina e Uruguai, 14 fevereiro 2024. Disponível em: <<https://brasil.mapbiomas.org/2017/09/08/pampa-sul-americano-perdeu-163-de-vegetacao-nativa-em-20-anos-mostra-mapeamento-inedito-abrangendo-brasil-argentina-e-uruguai/>>.

BRASIL, M. D. M. A. **A Convenção sobre Diversidade Biológica - CDB, Cópia do Decreto Legislativo nº 2, de 5 de junho de 1992.** MMA. Brasília: [s.n.], 2002b.

BRASIL, S. F. **Conferência das Nações Unidas sobre meio ambiente e desenvolvimento: a Agenda 21.** Brasília, p. 591. 1996.

BREIMAN, L. et al. **Classification and regression trees.** Boca Raton, Flórida, Estados Unidos: CRC Press, 1984.

BULKELEY, H. et al. Urban living labs: governing urban sustainability transitions. **Current opinion in environmental sustainability**, v. 22, p. 13-17, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.cosust.2017.02.003>>.

BURGESS, P.; SHALLICE, T. The domain of supervisory processes and temporal organization of behaviour. **Philosophical Transactions: Biological Sciences**, v. 351, p. 1405-1412, 1996. ISSN 1346. Disponível em: <<https://doi.org/10.1098/rstb.1996.0124>>.

BUSS, G.; LEITE, S. L. D. C.; BRUTTO, L. F. G. O Novo Plano Diretor e a conservação do bugio-ruivo (*Alouatta Guariba Clamitans Cabrera, 1940*) no município de Porto Alegre, RS. **A Primatologia no Brasil**, 2008. 169-178. Disponível em: <<https://www.biologiageralexperimental.bio.br/edicoes/primata/169-178.pdf>>.

CABRAL, G. F. Praça, Palácio, Cidade: uma unidade desde as origens. In: PANIZZI, W. **Outra vez Porto Alegre - A cidade e seu planejamento.** Porto Alegre: CirKula, 2016.

CAMPAGNARO, V. H.; FARIAS, L. A.; CANDIANI, G. Qualidade de um estudo de impacto ambiental, por meio da aplicação do método de análise de Lee & Colley. **Revista ENIAC Pesquisa**, v. 12, p. 70-89, 2023. ISSN 1. Disponível em: <<https://doi.org/10.22567/rep.v12i1.857>>.

CAPRA, F. **O ponto de mutação.** São Paulo: editora Cultrix, 2012.

CARSIGNOL, J. Des passages à gibier à la Trame Verte et Bleue : 50 ans d'évolution pour atténuer la fragmentation des milieux naturels en France. **Le Naturaliste canadien**, v. 136, 2012. ISSN 2. Disponível em: <<https://id.erudit.org/iderudit/1009111ar>>.

CASSATI, L.; FERREIRA, C. P.; LANGEANI, F. A fish-based biotic integrity index for assessment of lowland streams in southeastern Brazil. **Hydrobiologia**, 2009. 173-189.

Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s10750-008-9656-x>>. Acesso em: 26 September 2021.

CONSELHO DA EUROPA. **Directiva dos habitats 92/43/CEE do Conselho relativa à preservação dos habitats naturais e da fauna e da flora selvagens**. [S.l.]: Diarrio Oficial de las Comunidades europeas, 1992.

CORLATTI, L.; HACKLANDER, K.; FREY-ROOS, F. Ability of Wildlife Overpasses to Provide Connectivity and Prevent Genetic Isolation. **Conservation biology**, v. 23, p. 548-556, 2009. ISSN 3. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2008.01162.x>>.

COSTA, H. G. **Introdução ao método de análise hierárquica**. 1^a. ed. Niterói: XXXVI-SBPO, 2002.

COSTA, L. B. D. Cartografia: uma outra forma de pesquisar. **Revista digital do laboratório de artes visuais**, Santa Maria / RS, 7, mai/ago 2014. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/106583>>.

CTA, C. T. E. A. L. **Relatório de Impacto Ambiental da abertura de via urbana - Duplicação da Av. Wenceslau Escobar**. Prefeitura Municipal de Porto Alegre. Porto Alegre. 2004. Termo de Referência nº 006/03.

DALE, M. R. T. **Spatial Pattern Analysis in Plant Ecology**. Cambridge: Cambridge university, 2000. 325 p.

DE ARAUJO PINTO-SOBRINHO, F.; DE GOUVEIA SOUZA, C. R. Aspectos florísticos de uma floresta paludosa sobre a planície costeira da bacia do rio Guaratuba, Bertioiga (SP). **Revista do Instituto Florestal**, v. 24, p. 51-66, 2012. ISSN 1. Disponível em: <<https://seb-ecologia.org.br/revistas/indexar/anais/xceb/resumos/504.pdf>>.

DE PAIVA ZANQUETTA, G. A. **Eu, a árvore: educação ambiental e valores para sociedades sustentáveis** (Tese de Doutorado em Ecologia Aplicada). Piracicaba: [s.n.], 2020. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/91/91131/tde-19062020-120718/>>.

DE TOLEDO, M. C. M. Geociências no Ensino Médio Brasileiro - Análise dos Parâmetros Curriculares Nacionais. **Geologia USP. Publicação Especial**, v. 3, p. 31-44, 2005. ISSN 5. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.11606/issn.2316-9087.v3i0p31-44>>.

DEVOS, R. V. A “**questão ambiental**” sob a ótica da antropologia dos grupos urbanos, nas ilhas do Parque Estadual Delta do Jacuí, Bairro Arquipélago, Porto Alegre, RS. Porto Alegre. 2007.

DRESH, A.; LACERDA, D. P.; JUNIOR, J. A. V. A. **Design science research**: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia. [S.l.]: Bookman Editora, 2020.

DREYER, A. L. R. **Infraestrutura urbana da Trama Verde e Azul (TVA) aplicada ao caso do Campus do Vale da UFRGS**. Porto Alegre: Dissertação de Mestrado em Planejamento Urbano e Regional, 2018. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/187408>>.

DRYFLOR, B.-R. K. et al. Plant diversity patterns in neotropical dry forests and their conservation implications. **Science**, v. 353, p. 1383-1387, 2016. ISSN 6306. Disponível em: <<https://doi.org/10.1126/science.aaf5080>>.

DUFTY JR, A. M.; HOLBERTON, R. L. Hormones and Variation in Life History Strategies of Migratory and Nonmigratory Birds. **Birds of Two worlds: the ecology and evolution of migration**, p. 290-350, 2005. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Rebecca-Holberton/publication/256498585_Hormones_and_variation_in_life_history_strategies_of_migratory_and_nonmigratory_birds/links/0c960523229555a809000000/Hormones-and-variation-in-life-history-strategies-of-migrator>.

EASTMAN, R. J. **Idrisi for Windows**: user's guide. [S.l.]: Clark University, Graduate School of Geography, 1997.

ECHER, R. et al. Usos da terra e ameaças para a conservação da biodiversidade no bioma Pampa, Rio Grande do Sul. **Thema**, v. 2, p. 2-13, 2015. ISSN 2. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.15536/thema.12.2015.4-13.318>>.

ELTZ, M. K. D. F.; PEZZELLA, M. C. C. O Direito à informação como pressuposto para a eficácia dos incentivos fiscais: O caso do IPTU Ecológico em Porto Alegre;RS. **Revista de Direito, Economia e Desenvolvimento Sustentável. Florianópolis, SC: CONPEDI**, n. 4, p. 76-91, jan-jun 2018. ISSN 1. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.26668/IndexLawJournals/2526-0057/2018.v4i1.4183>>.

EMBRAPA. **O que são os serviços ambientais ou serviços ecossistêmicos?** Empresa brasileira de Pesquisa Agropecuária. [S.l.]. 2024.

EMBRAPA SOLOS. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, v. 3, 2013. Disponível em: <<http://livimagens.sct.embrapa.br/amostras/00053080.pdf>>.

EPT, E. E. P. T. S. **Estudo de Impacto Ambiental do Boubon Shopping Francisco Trein**. Prefeitura Municipal de Porto Alegre. Porto Alegre, p. 359. 2006. Termo de Referência nº 006/06, Processo Administrativo nº 002.201.420.00.3.07869.

ETCHELAR, C. B. **Processos erosivos em áreas úmidas, APA do Banhado Grande - RS**. Porto Alegre: [s.n.], 2017. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/171041>>.

EUCLYDES, A. C. P. **A hipótese otimista: dialética e utopia das áreas verdes, das áreas protegidas e da trama verde e azul**. Belo Horizonte: [s.n.], 2016. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1843/MMMD-AKMQU5>>.

FARIAS, S. et al. Do encontro das águas, a criação do lugar: um estudo sobre o Parque Urbano da Orla do Guaíba. **PIXO-Revista de Arquitetura, Cidade e Contemporaneidade**, n. 4, p. 182-199, 22 abril 2020. ISSN 12. Disponível em: <<https://doi.org/10.15210/pixo.v4i12.17586>>.

FERNANDES, R. Henri Lefebvre, decifrador do espaço: pequena apresentação bio-bibliográfica. **Ateliê Geográfico**, Goiânia, v. 16, p. 31-46, agosto 2022. ISSN 2. Disponível em: <<https://doi.org/10.5216/ag.v16i2.72076>>.

FILHO, B. D. A. O PDDUA de Porto Alegre: o ambiental ao final é substantivo ou adjetivo? In: PANIZZI, W. **Outra vez Porto Alegre: A cidade e sue Planejamento**. [S.l.]: Cirkula, 2016. p. 271.

FILHO, S. S. A. **Planejamento e Gestão Ambiental no Brasil: os instrumentos da política nacional de meio ambiente**. Rio de Janeiro: Elsevier, Campus, 2014.

FITZ, P. R. Uso de geotecnologias para o planejamento espacial. **Geografia**, Rio Claro (SP), v. 33, p. 307-318, 2008. ISSN 2. Disponível em: <<https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/ageteo/article/view/3110>>.

FONSECA, E. L. D. Relação entre a temperatura de superfície e a estrutura urbana estimada pelo Modelo Linear de mistura espectral em Porto Alegre - RS - Brasil. **Anais do XX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Florianópolis, 2-5 abril 2023. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Eliana-Fonseca-2/publication/371282498_RELACAO_ENTRE_A_TEMPERATURA_DE_SUPERFICIE_E_

A ESTRUTURA URBANA ESTIMADA PELO MODELO LINEAR DE MISTURA E SPECTRAL EM PORTO ALEGRE -RS - BRASIL/links/647c8126d702370600d102c4/RELACAO->.

FONSECA, G. D.; PRADO, D. M. D. Discussão sobre o conceito de meio ambiente natural, antrópico e de mosaico e sua apropriação didática no ensino de ecologia e educação ambiental no baixo vale do Ribeira / SP. **Revista Didática Sistêmica**, v. 8, p. 101-112, julho - dezembro 2008. Disponível em:

<https://www.academia.edu/6712776/Discuss%C3%A3o_sobre_o_conceito_de_meio_ambiente_natural_antr%C3%B3pico_e_de_mosaico_e_sua_apropria%C3%A7%C3%A3o_did%C3%A1tica_para_o_ensino_de_Ecologia_e_Educa%C3%A7%C3%A3o_Ambiental_no_Baixo_Vale_do_Ribeira_SP>.

FORERO-MEDINA, G.; VIEIRA, M. V. Conectividade funcional e a importância da interação organismo-paisagem. **Oecologia Brasiliensis**, v. 11, p. 493-502, 2007. ISSN 7. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4257/oeco.2007.1104.03>>.

FORMAN, R. T. T. **Urban Regions: Ecology and Planning Beyond the City**. Nova Iorque: Cambridge University Press, 2008.

FRANÇA. Lei nº 967 de 03 de out. de 2009. **Implementação do Grenelle do Meio Ambiente**, Paris, out 2009.

FRANÇA. Lei nº 788 de 12 de jul. de 2010. **Compromisso nacional com o Meio Ambiente**, Paris, jul 2010.

FRANÇA, M. D. T. E. E. C. T. Moldura verde e azul, 2023. Disponível em: <<https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/trame-verte-bleue>>. Acesso em: 13 julho 2024.

FREITAS, D. M. D.; CHIQUITO, E. D. A. A Trama Verde-Azul da Região Metropolitana de Belo Horizonte como dispositivo de integração entre escalas de planejamento e projeto no ensino de urbanismo. **Paisagens Híbridas**, v. 2, p. 14-25, 2022. ISSN 1. Disponível em: <<https://revistas.ufrj.br/index.php/ph/issue/viewFile/2426/1589#page=14>>.

FUHR, G. **Terra Indígena ou Parque Natural? Conflitos socioambientais e territorialidades em disputa no Morro do Osso, Porto Alegre-RS**. Porto Alegre: [s.n.], 2012. Disponível em: <hdl.handle.net/10183/116736>.

GEOTEC, I. E. G. **Relatório de Impacto Ambiental do Centro Popular de Compras**. Porto Alegre. 2006. Termo de Referência nº 003/06 de 23 de Junho de 2006.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, v. 4, 2002. 175 p.

GIORDANI, L.; LEAL, E. Pelotas e a Revolução Farroupilha: O papel de Domingos José de Almeida. **XXII Congresso de iniciação científica da Universidade Federal de Pelotas**, Pelotas (RS), 18-22 novembro 2013. Disponível em: <https://cti.ufpel.edu.br/siepe/arquivos/2013/CH_00815.pdf>.

GODOY, W. A. C. Padrões ecológicos e tamanhos populacionais críticos: Sensores importantes em modelagem e controle. **Oecologia Australis**, v. 16, p. 32-42, 2012. ISSN 1. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4257/oeco.2012.1601.04>>.

GOEPEL, K. D. Implementation of an online software tool for the analytic hierarchy process (AHP-OS). **International journal of the analytic hierarchy process**, v. 10, p. 469-487, 2018. ISSN 3. Disponível em: <<https://doi.org/10.13033/ijahp.v10i3.590>>.

GOMES, D. F. et al. Identificação e mapeamento de unidades homogêneas do bioma Pampa utilizando imagens Sentinel-2 no Complexo Eólico Cerro Chato, Santana do Livramento, RS. **Brazilian Journal of Development**, 6, maio 2020. 29497-29506. Disponível em: <<https://doi.org/10.34117/bjdv6n5-414>>.

GONÇALVES, F. D. S.; MOURA, N. S. V. Planejamento Urbano e Ambiental: Proposições aos Municípios do Rio Grande do Sul. **Espaço Aberto**, v. 12, p. 5-24, 25 junho 2022. ISSN 1. Disponível em: <<https://doi.org/10.36403/espacoaberto.2022.50172>>.

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. **Novo dicionário geológico-geomorfológico**. 2ª. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

HAGUETTE, T. M. F. **Metodologias qualitativas na sociologia**. 4ª. ed. Petrópolis: Vozes, 2013.

HAIR, J. F. et al. **Análise multivariada de dado**. [S.l.]: Bookman, 2009.

HAMMER, Ø. **Reference manual**. Oslo: [s.n.], 2012. Acesso em: 20 dezembro 2021. Tradução feita por Pavel Dodonov – pdodonov@gmail.com; revisado por Matheus Gonçalves dos Reis.

HASENACK, H. **Influência de variáveis ambientais sobre a temperatura do ar na área urbana de Porto Alegre, RS.** Porto Alegre: [s.n.], 1989. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/1317>>.

HASENACK, H.; AL, E. **Diagnóstico Ambiental de Porto Alegre:** Geologia, Solos, Drenagem, Vegetação/Ocupação e Paisagem. Porto Alegre: Porto Alegre: Secretaria Municipal do Meio Ambiente, 2008.

HENRIQUE, R.; TONIOLO, M. A.; GOMES, C. Perspectiva para o planejamento regional: um breve olhar sobre a proposta da trama verde e azul nas experiências da região de Nor-Pas-de-Calais na França e da região metropolitana de Belo Horizonte, no Brasil. **Anais do XVI SIMPUR**, v. 1, p. 631-645, 2019. ISSN 19. Disponível em: <<https://periodicos.ufes.br/simpurb2019/article/view/26828>>.

HENWOOD, W. D. Towards a strategy for the conservation and protection of the world's temperate grasslands. **Great Plains Research**, p. 121-134, 2010. Disponível em: <<https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2073&context=greatplainsresearch>>.

HILLEBRAND, H. On the generality of the latitudinal diversity gradient. **The American Naturalist**, v. 163, p. 192-211, 2004. ISSN 2. Disponível em: <<https://doi.org/10.1086/381004>>.

HILLIER, B.; HANSON, J. **The social logic of space.** Cambridge: Cambridge university press, 1989.

HOBBSAWM, E. **Era dos extremos:** o breve século XX. São Paulo: Editora Companhia das letras, 1995.

HOFIERKA, J.; SURI, M. The solar radiation model for Open source GIS: Implementation and applications. **Proceedings of the Open source GIS-GRASS users conference**, p. 51-70, setembro 2022. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/2539232_The_solar_radiation_model_for_Open_source_GIS_Implementation_and_applications>.

IBGE. Conheça o Brasil - População rural e urbana. **Educa jovens**, 08 junho 2023a. Disponível em: <<https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/populacao/18313-populacao-rural-e-urbana.html>>.

IBGE. Estudo revela 60 anos de transformações sociais no país. **notícias**, 08 junho 2023b. Disponível em: <<https://censo2010.ibge.gov.br/noticias-censo.html?busca=1&id=1&idnoticia=892&t=estudo-revela-60-anos-transformacoes-sociais-pais&view=noticia>>.

IBGE. Cidades e Estados, Porto Alegre. **IBGE**, 11 junho 2023c. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/porto-alegre/panorama>>.

IBGE. Biomas e e Sistema Costeiro-Marinho do Brasil. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, 15 fevereiro 2024. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/busca.html?searchword=biomas>>.

IBGE, I. B. D. G. E. E. Cidades e Estados, Brasília, 2021. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rs/porto-alegre.html>>. Acesso em: 01 junho 2022.

IPCC. **Climate Change 2013**. [S.l.]: [s.n.], 2013. Disponível em: <www.climatechange2013.org>.

IPCC. **Alterações climáticas 2014: Impactos, adaptações e vulnerabilidade**. Intergovernmental Panel on Climate Change. Genebra (Suíça), p. 36. 2014.

IPHAN. **Portaria nº 127, de 30 de abril de 2009 - Estabelece a chancela da Paisagem Cultura Brasileira**. Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. [S.l.], p. Artigo 1º. 2009.

ISSBERNER, L.-R.; LÉNA, P. Antropoceno: os desafios essenciais do debate científico. **Correo da Unesco**, p. 7-10, 2018. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000261900_por>.

KASANEN, E.; LUKKA, K.; SIITONEN, A. The Constructive Approach in Management Accounting Research. **Journal of Management Accounting Research**, v. 5, p. 243-264, 1993. Disponível em: <https://mycourses.aalto.fi/pluginfile.php/183797/mod_resource/content/1/Kasanen%20et%20al%201993.pdf>.

KAWAKUBO, F. S. et al. Caracterização empírica da fragilidade ambiental utilizando geoprocessamento. **Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, p. 2203-2210, 16-21 abril 2005. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbst/2004/11.19.16.10/doc/2203.pdf>>.

KEARNS, R. A.; GESLER, W. M. (). **Putting health into place: landscape, identity, and well-being.** [S.l.]: Syracuse University Press, 1998.

KERLINGER, F. N. **Metodologia da pesquisa em ciências sociais: um tratamento conceitual.** 10^a. ed. Nova Iorque: Editora Universitária e Pedagógica (EPU), 1980. 396 p.

LACERDA, N. O Campo do Planejamento Urbano e Regional: da multidisciplinaridade à transdisciplinaridade. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais (RBEUR)**, v. 15, p. 77-93, 2013. ISSN 1. Disponível em: <<https://doi.org/10.22296/2317-1529.2013v15n1p77>>.

LANDIS, R.; KOCH, G. G. The measurement of observer agreement for categorical data. **I.B. Society**, p. 159-174, 1977.

LE PRESTRE, P. **Ecopolítica internacional.** São Paulo: Senac, 2001.

LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L. **Numerical ecology with R.** 3^a. ed. Paris, Quebec: Elsevier, 2012. 314, 317, 349, 499 p.

LIMA, I. C. F. D. **Parques e Patrimônios: Análise da diversidade sociocultural do Parque Saint' Hilaire de Porto Alegre - RS.** Pelotas: [s.n.], 2012. Disponível em: <http://www.eeh2010.anpuh-rs.org.br/resources/anais/9/1279489624_ARQUIVO_LIMAILza.pdf>. Acesso em: 02 dezembro 2023.

LINGLART, M. et al. Metodologia de mise en place d'une Trame verte urbaine : le cas d'une communauté d'agglomération, Plaine Commune. **CyberGeo**, julho 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.4000/cybergeogeo.27713>>.

LOBODA, C. R.; DE ANGELIS, B. L. D. Áreas verdes públicas urbanas: Conceitos, usos e funções. **Ambiência**, v. 1, p. 125-139, jan-jun. 2005. ISSN 1. Disponível em: <<https://revistas.unicentro.br/index.php/ambiencia/article/view/157>>.

LOGE, P. L. **Estudo de caso para implantação de Trama Verde- Azul na sub-bacia hidrográfica do arroio Cascata, Porto Alegre, RS, Brasil.** Porto Alegre: [s.n.], 2018. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/188436>>.

LOGE, P. L.; FONSECA, E. L. D.; SILVEIRA, A. L. L. D. Fragmentação da paisagem no contexto conceitual de uma Trama Verde-Azul em Porto Alegre (Rio Grande do Sul), Brasil.

Revista Brasileira de Geografia Física, v. 16, p. 279-290, 2023. ISSN 01. Disponível em: <<https://doi.org/10.26848/rbgf.v16.1.p279-290>>.

LOGE, P. L.; SILVEIRA, A. L. L. D. Metodologia Trama Verde-Azul como instrumento de suporte para a gestão urbana e ambiental na cidade de Porto Alegre (Rio Grande do Sul). **Meio Ambiente Brasil**, v. 4, p. 34-49, 2022. ISSN 2. Disponível em: <<https://doi.org/10.5281/zenodo.7325277>>.

LOURENÇO, R. C. G. **Ictiofauna de estuários da região semiárida do Brasil: Inventário de espécies, aspectos funcionais e influência de Evento Climático**. Fortaleza: [s.n.], 2023. Disponível em: <<http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/71113>>.

LUIZ, M. L.; BARRETO, A. J. Padrões espaciais de árvores de um cerrado em Brasília, DF. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 18, p. 185-189, dezembro 1995. ISSN 2. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/12845>>.

MAGALHÃES, F. N. C. Da metrópole à cidade-região, na direção de um novo arranjo espacial metropolitano? **Revista brasileira de estudos urbanos e regionais.**, Recife, Brasil, 10, novembro 2008. 9-27. Disponível em: <<https://doi.org/10.22296/2317-1529.2008v10n2p9>>. Acesso em: 08 setembro 2021.

MAGALHÃES, V. S.; ACOSTA, L. M. W. Leptospirose humana em Porto Alegre, Rio Grande do Sul, de 2007 a 2013: caracterização dos casos confirmados e distribuição espacial. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 28, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.5123/S1679-49742019000200019>>.

MAGNUSSON, W. E. et al. RAPELD: a modification of the Gentry method for biodiversity surveys in long-term ecological research sites. **Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia**, 5, (n2), 05 February 2005. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1676-06032005000300002>>. Acesso em: 28 September 2021.

MAGURRAM, A. E. **Ecological Diversity and Its Measurement**. Nova Jersey: Princeton University Press, 1988.

MAGURRAN, A. E. Biological diversity. **Current Biology**, Saint Andrews, v. 5, p. R116-R118, 2005. ISSN 4. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.cub.2005.02.006>>. Acesso em: 12 março 2020.

MAIN, D. Quantas aves existem no mundo?, 2021. Disponível em: <<https://www.nationalgeographicbrasil.com/animais/2021/05/quantas-aves-existem-no-mundo>>.

MAPBIOMAS, B. **Pampa sul-americano perdeu 16,3% de vegetação nativa em 20 anos, mostra mapeamento inédito, abrangendo Brasil, Argentina e Uruguai.** [S.l.]. 2024.

MARCONI, M. D. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de Metodologia Científica.** 8ª. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

MARICATO, E. Urbanismo na periferia do mundo globalizado - Metrôpoles brasileiras. **São Paulo em perspectiva**, v. 14, p. 21-33, 2000. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0102-88392000000400004>>.

MARQUES, M. L.; SILVA, M. C. D.; CAMARGO, D. M. D. Análise espacial da vulnerabilidade socioambiental no município de Campinas, SP, Brasil. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 69, p. 1857-1870, 2017. ISSN 9. Disponível em: <<https://doi.org/10.14393/rbcv69n9-44081>>.

MARQUES, O. A. V. et al. Os Répteis do Município de São Paulo: diversidade e ecologia da fauna pretérita e atual. **Biota Neotropica**, São Paulo, v. 9, p. 139-150, 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1676-06032009000200014>>.

MARTINS, M. L. R. **Moradia e Mananciais:** Tensão e diálogo na metrópole. 1ª. ed. São Paulo: FAUUSP/FAPESP, 2006. 206 p. Disponível em: <https://www.labhab.fau.usp.br/wp-content/uploads/2018/01/martins_moradia-e-mananciais.pdf>.

MARTINS, M. L. R. R. **Manejo de águas pluviais em meio urbano:** pesquisa técnica e fundamentos para o planejamento urbano e regional. XVI Anpur - Espaço, Planejamento e Insurgências. Belo Horizonte: [s.n.]. 2015.

MAS, F. M.; SÁNCHEZ, F. M. C.; MARTÍN, B. M. Infraestructuras verdes y azules: estrategias de adaptación y mitigación ante el cambio climático. **Revista Digital del Cedex**, p. 105-112, 2018. ISSN 191. Disponível em: <<https://ingenieriacivil.cedex.es/index.php/ingenieria-civil/article/view/2350>>.

MCKENZIE, R. D. O âmbito da ecologia humana. **Revista Cidades**, v. 2, p. 341-353, 2005. ISSN 4. Disponível em: <<https://doi.org/10.36661/2448-1092.2005v2n4.12605>>.

MEEROW, S.; NEWELL, J. P. Spatial planning for multifunctional green infrastructure: Growing resilience in Detroit. **Landscape and urban planning**, v. 159, p. 62-75, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.10.005>>.

MEIRA, J. R. et al. Corredores Ecológicos como instrumentos de planejamento urbanístico e ambiental. **Astec**, Porto Alegre - RS, v. 24, janeiro 2024. ISSN 21. Disponível em: <<https://www.revistadaastec.inf.br/capa-51>>.

MELO, A. S. O que ganhamos 'confundindo' riqueza de espécies e equabilidade em um índice de diversidade? **Biota Neotropica**, p. 21-27, 2008. ISSN 8. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1676-06032008000300001>>.

MÉNDEZ, R. Ciudades y metáforas: sobre el concepto de resiliencia urbana. **Ciudad y Territorio Estudios Territoriales**, p. 215-231, 2012. Disponível em: <<https://recyt.fecyt.es/index.php/CyTET/article/view/76122>>.

MENEGAT, R. et al. **Atlas ambiental de Porto Alegre**. Porto Alegre: Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1998. Disponível em: <<https://www.ufrgs.br/atlas/>>.

METZGER, J. P. O que é Ecologia de paisagens? **Biota Neotropica**, v. 1, p. 1-9, 2001. ISSN 1. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1676-06032001000100006>>.

MICHAELIS. **Moderno Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa**. São Paulo: Melhoramentos, 1998. Disponível em: <<https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro>>. Acesso em: 21 julho 2024.

MOCELLIN, R. R. **Visibilidade de duas unidades de Conservação da zona sul de Porto Alegre e a percepção ambiental da população de seus entornos**. Porto Alegre: UFRGS, 2019. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/237405>>.

MOREIRA, G. L. et al. Análise comparativa entre receptores GNSS no mapeamento topográfico e padrão de exatidão cartográfica. **Enciclopédia Biosfera**, v. 10, p. 214-223, 2014. ISSN 18. Disponível em: <<https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/2655>>.

MORTARI, M. **Manejo participativo**: Em busca da integridade do Parque Saint'Hilaire. Porto Alegre: Promoarte, 2002.

MOSCARELLI, F. O papel da infraestrutura verde-azul na reconfiguração do patrimônio paisagístico porto-alegrense. **Visioni LatinoAmericane**, p. 424-442, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.13137/2035-6633/31989>>.

MOURA, N. S. V.; DIAS, T. S. Elaboração do mapa geomorfológico de Porto Alegre. **Ciência e Natura**, Santa Maria - RS, v. 34, p. 113-138, 2012. ISSN 2. Disponível em: <https://multimedia.ufrgs.br/conteudo/labgeo-ecologia/Arquivos/Downloads/Dados/2013/Geomorfologia_POA_Viamao_Alvorada/Moura_&_Dias_2012_ciencia_e_natura.pdf>.

MPRS, M. P. D. E. D. R. G. D. S. **inquérito civil nº 0083.00076/2015**. Ministério Público do Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2015.

MUTANGA, O.; KUMAR, L. Google Earth Engine Applications. **Remote Sensing**, v. 5, p. 1-4, 12 março 2019. ISSN 11. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/rs11050591>>.

NEOTROPICA, T. A. L. **Estudo de Impacto Ambiental da ampliação da pista de pouso e decolagem 11/29 e taxiway “d” do Aeroporto Internacional Salgado Filho, Porto Alegre, RS**. FEPAM - Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler. Porto Alegre, p. 459. 2008.

NOZOE, N. Sesmarias e Aposseamento de Terras no Brasil Colônia. **Revista Economia**, Brasília (DF), v. 7, p. 587-605, set/dez 2006. ISSN 3. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmninnibpcjpcgclclefindmkaj/https://www.anpec.org.br/revista/vol7/vol7n3p587_605.pdf>.

OBSERVA POA. Análises comparativas intraurbanas. **Cidade de Porto Alegre**, 12 junho 2023a. Disponível em: <http://portoalegremanalise.procempa.com.br/?analises=10_197_2010>.

OBSERVA POA. Observatório de Porto Alegre. **Bairro Arquipélago**, 2023b. Disponível em: <http://portoalegremanalise.procempa.com.br/?regiao=46_0_0>. Acesso em: 03 dezembro 2023.

OLIVEIRA, C. C.; COSTA, A. L. Viver o estado terminal de um familiar: leitura salutogênica de resultados de um estudo de caso. **Saúde e Sociedade**, v. 21, p. 698-709, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0104-12902012000300015>>.

OLIVEIRA, C. D. **Dicionário Cartográfico**. 4ª. ed. [S.l.]: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 1993.

OMS, O. M. D. S. **Constituição da Organização Mundial da Saúde (OMS/WHO)**. Organização Mundial da Saúde. Nova Iorque. 1946.

ONU. **Habitat-World cities report 2022**. Nairobi: United Nations Human Settlements Programme (UN-Habitat), 2022. 389 p. Disponível em:
<https://unhabitat.org/sites/default/files/2022/06/wcr_2022.pdf>.

PARREIRA, C. N. **Biogeografia de espécies invasoras da herpetofauna: Influência de dispersores artificiais e fatores ambientais**. São Vicente: Tese de Doutorado de Biodiversidade em ambientes costeiros - São Vicente, 2023. Disponível em:
<<http://hdl.handle.net/11449/243474>>.

PASSOS, P. N. C. D. A Conferência de Estocolmo como ponto de partida para a proteção internacional do meio ambiente. **Revista Direitos Fundamentais & Democracia**, 6, 2009. Disponível em:
<<https://revistaeletronicardfd.unibrazil.com.br/index.php/rdfd/article/view/18>>.

PASSOS, R. **De Conselho do Plano Diretor a Conselho Municipal de Desenvolvimento Urbano Ambiental: Desenho institucional da participação no urbanismo-planejamento urbano em Porto Alegre (1955-2020)**. Porto Alegre: UFRGS, 2022. Disponível em:
<<http://hdl.handle.net/10183/250029>>.

PENTER, C. et al. Inventário Rápido da Fauna de Mamíferos do Morro Santana, Porto Alegre, RS. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre (RS), v. 6, p. 117-125, jan/mar 2008. ISSN 1. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/rbrasbioci/article/view/114742>>.

PEREIRA, J. L. G. et al. Métricas da paisagem na caracterização da evolução da ocupação da Amazônia. **Geografia**, 2001. 59-90. Disponível em:
<https://www.researchgate.net/publication/272167111_Metricas_da_paisagem_na_caracterizacao_da_evolucao_da_ocupacao_da_Amazonia>.

PFEILER, E. et al. Population Genetics of Overwintering Monarch Butterflies, *Danaus plexippus* (Linnaeus), from Central Mexico Inferred from Mitochondrial DNA and Microsatellite Markers. **Journal of Heredity**, v. 108, p. 163-175, 2017. Disponível em:
<<https://doi.org/10.1093/jhered/esw071>>.

PICCININI, L. S.; ALMEIDA, M. S. D. A Legislação Urbana: limitações e amplitudes a partir de seu contexto de criação e desenvolvimento. In: PANIZZI, W. **Outra vez Porto Alegre: A cidade e seu planejamento**. Porto Alegre: Cirkula, 2016. p. 271.

PILLAR, V. D. P. **Campos sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade.** [S.l.]: Ministério do Meio Ambiente - MMA, 2009a. 409 p.

PILLAR, V. D. P. et al. **Campos sulinos - Conservação e uso sustentável da biodiversidade.** Brasília: Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 2009b. 403 p.

PILLAR, V. D. P.; VÉLEZ, E. Extinção dos Campos Sulinos em Unidades de Conservação: um Fenômeno Natural ou um Problema Ético? **Natureza & Conservação**, p. 84-86, julho 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4322/natcon.00801014>>.

PONCE, T. G. **Ações de Educação Ambiental na Reserva Biológica do Lami José Lutzenberger, Porto Alegre, sul do Brasil.** Porto Alegre: UFRGS, 2016. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/150587>>.

PORTO ALEGRE. Lei nº 16 de 29 de nov. de 1947. **Dá a denominação de Jardim Botânico Municipal - "Parque Saint-Hilaire" - ao Horto Florestal do Município,** Porto Alegre (RS), 1947.

PORTO ALEGRE. Lei nº 4.235 de 21 de dez. de 1976. **Cria a Secretaria Municipal do Meio Ambiente e dá outras providências.,** Porto Alegre (RS), dez 1976.

PORTO ALEGRE. Lei nº 8155 de 12 de mai. de 1998. **Denomina Parque Natural Morro do Osso a área funcional de Parque Natural criada pela Lei nº 337/94.,** Porto Alegre (RS), 1998a.

PORTO ALEGRE. Lei nº 8267, de 29 de dez. de 1998. **Dispõe sobre o licenciamento ambiental no município de Porto Alegre. (Redação dada pela Lei nº 11.752/2014),** Porto Alegre, dez 1998b.

PORTO ALEGRE. Lei nº 482 de 26 de dez. de 2002. **Altera as Leis Complementares nºs 07 de 1973 e dá outras providências (concede incentivo para a manutenção da atividade agropecuária, preservação ambiental e histórico-cultural no Município; introduz correções no cadastro imobiliário do IPTU; entre outras,** Porto Alegre (RS), dez 2002b.

PORTO ALEGRE. Lei nº 646 de 22 de jul. de 2010. **Altera e inclui dispositivos, figuras e anexos na lei complementar nº 434, de 1º de dezembro de 1999 - Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Ambiental de Porto Alegre (PDDUA) -, e alterações posteriores, e dá outras providências,** Porto Alegre (RS), jul 2010.

PORTO ALEGRE. Decreto nº 18.818 de 16 de out. de 2014. **Cria o Refúgio de Vida Silvestre Pão Pedro, localizado na zona sul do município de Porto Alegre.**, Porto Alegre (RS), 2014.

PORTO ALEGRE. Lei nº 13.288 de 26 de ou. de 2022. **Altera Lei nº 12.585, de 9 de agosto de 2019 - que dispõe sobre o Inventário do Patrimônio Cultural de Bens Imóveis do Município de Porto Alegre e sobre as medidas de proteção e preservação dos bens que o compõem.**, Porto Alegre (RS), out 2022a.

PORTO ALEGRE, M. D. Prefeitura Municipal de Porto Alegre. **Informações Esgoto Cloacal**, 2024b. Disponível em: <<https://prefeitura.poa.br/dmae/informacoes-esgoto-cloacal>>. Acesso em: 30 março 2024.

PORTO ALEGRE, P. M. D. Lei nº 434 de 01 de dez. de 1999. **Dispõe sobre o desesenvolvimento urbano no município de Porto Alegre, institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambientale dá outras providências**, Porto Alegre (RS), 1999.

PORTO ALEGRE, P. M. D. **Plano de Manejo Participativo da Reserva Ecológica do Lami**. Porto Alegre: Secretaria Municipal do Meio Ambiente, 2002b. 133 p. organizador: Rodrigo Cambará.

PORTO ALEGRE, P. M. D. Plano de Manejo Participativo do Parque Natural Morro do Osso, Porto Alegre, 2006. Disponível em: <https://prefeitura.poa.br/sites/default/files/usu_doc/sites/smamus/plano_de_manejo_morro_d_o_osso_com_anexos.pdf>. Acesso em: 01 dezembro 2023.

PORTO ALEGRE, P. M. D. **Plano de manejo Resumido Refúgio de Vida Silvestre São Pedro**. Porto Alegre: Secretaria Municipal do Meio Ambiente e da Sustentabilidade, 2017. 853 p. Disponível em: <<https://prefeitura.poa.br/smamus/refugio-de-vida-silvestre-sao-pedro>>. Coordenadores: Maria Carmen Sestren-Bastos, Renata Cardoso Vieira, Soraya Ribeiro.

PORTO ALEGRE, P. M. D. Projeto Memórias conta a história da primeira Secretaria Municipal do Meio Ambiente do país. **Secretaria Municipal do Meio Ambiente, Urbanismo e Sustentabilidade**, 2021. Disponível em: <<https://prefeitura.poa.br/smamus/noticias/projeto-memorias-counta-historia-da-primeira-secretaria-municipal-do-meio-ambiente#:~:text=A%20primeira%20Secretaria%20do%20Meio,est%C3%A1%20desenvolvendo%20o%20projeto%20Mem%C3%B3rias.>>>. Acesso em: 13 julho 2024.

PORTO ALEGRE, P. M. D. História do Planejamento Urbano em Porto Alegre. **Planejamento Urbano**, 17 novembro 2023a. Disponível em:

<<https://prefeitura.poa.br/smamus/planejamento-urbano/historia-do-planejamento-urbano-em-porto-alegre#:~:text=Plano>>.

PORTO ALEGRE, P. M. D. **Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica (PMMA) de Porto Alegre/RS**. Porto Alegre: [s.n.], 2023b. Acesso em: 15 fevereiro 2024. Processo nº 19.0.000118035-8.

PORTO ALEGRE, P. M. D. Sobre a revisão. **Plano Diretor de Porto Alegre**, 2023c. Disponível em: <<https://prefeitura.poa.br/planodiretor/sobre-a-revisao>>. Acesso em: 19 novembro 2023.

PÖTZ, H. **Groenblauwe netwerken - handleiding voor veerkrachtige steden / Green-Blue Grids - manual for resilient cities**. Rotterdam: Atelier Groenblauwe, 2012. 65-315-361-413-452-527-529 p.

PRESTES, R. M.; VICENCI, K. L. Bioindicadores como avaliação de impacto ambiental. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, Curitiba, July / September 2019. 1473-1493. Disponível em: <<https://www.brazilianjournals.com/index.php/BJAER/article/view/3258>>. Acesso em: 26 september 2021.

PROFILL, E. E. A. **Centro Empresarial Borges de Medeiros**. Prefeitura Municipal de Porto Alegre. Porto Alegre. 1999.

PROFILL, E. E. A. **Relatório de impacto ambiental da ampliação do cemitério Parque Jardim da Paz**. Porto Alegre, p. 196. 2005. Termo de Referência nº 005/04 de 18/12/2001. Expediente Único nº 002.307548.00.6.00000.

PROFILL, E. E. A. **Centro Comercial Alto Norte**. Prefeitura Municipal de Porto Alegre. Porto Alegre, p. 432. 2007a. Termo de Referência nº 015/07 de 16 de outubro de 2007, Expediente Único nº 02.315698.00.2.07869.

PROFILL, E. E. A. **Relatório de Impacto Ambiental do Empreendimento de Interesse Social Beco do Davi**. Profill Engenharia e Ambiente Ltda. Porto Alegre. 2009c. Termo de Referência nº 001/08 da SMAM-PMPA, Expediente Único nº 002.304313.00.4.

PROFILL, E. E. A. **Relatório de Impacto Ambiental do Complexo do Sistema Fecomércio-RS, Sesc e Senac**. Prefeitura Municipal de Porto Alegre. Porto Alegre, p. 476. 2012b. Termo de Referência nº 02/11 de 22 de junho de 2011.

PROFILL, E. E. A. **Relatório de Impacto Ambiental Parque Pontal**. Prefeitura Municipal de Porto Alegre. Porto Alegre, p. 592. 2015. Termo de Referência No 06/2013.

PROFILL, E. E. A. L. **Relatório de Impacto Ambiental do Condomínio Alphaville Porto Alegre**. Prefeitura Municipal de Porto Alegre. Porto Alegre, p. 121 - volume I. 2003. Termo de Referência nº 05/2003 de 18 de agosto de 2003, Expediente Único nº 002.302984.00.0.

PROFILL, E. E. A. L. **Relatório de Impacto Ambiental da Aterro Resíduos Sólidos Urbanos, Classe III, Central Serraria**. Prefeitura Municipal de Porto Alegre. Porto Alegre. 2004.

PROFILL, E. E. A. L. **Relatório de Impacto Ambiental do loteamento Ecovillage**. Prefeitura Municipal de Porto Alegre. Porto Alegre, p. 342. 2006. (Volume I). Termo de Referência nº 015/06 de 31 de outubro de 2006, Processo Administrativo nº 001.020682.10.7.00000.

PROFILL, E. E. A. L. **Relatório de Impacto Ambiental do Condomínio Residencial Belém Novo**. Profill Engenharia e Ambiente Ltda. Porto Alegre. 2007a. Termo de Referência nº 007/06 da SMAM-PMPA3 através do Expediente Único nº 02.281.744.00.6.07869.

PROFILL, E. E. A. L. **Estudo de Impacto Ambiental do Loteamento Agronomia**. Prefeitura Municipal de Porto Alegre. Porto Alegre, p. 251 - Volume I. 2007b. Termo de Referência nº 11/05 de 10 de dezembro de 2005, Processos Administrativos nº 002.222596.00.4 e 001.050996.04.5.

PROFILL, E. E. A. L. **Estudo de Impacto Ambiental da Arena do Grêmio**. Porto Alegre. 2009a. 002.261358.00.1.07861.

PROFILL, E. E. A. L. **Relatório de Impacto Ambiental - Loteamento de Interesse Social Estrada Afonso Lourenço Mariante**. Prefeitura Municipal de Porto Alegre. Porto Alegre, p. 402. 2009b. (volume I). Termo de Referência nº 002/08 de 03 de janeiro de 2008, Processo Administrativo nº 002.284089.00.8.07869.

PROFILL, E. E. A. L. **Empreendimento Urbanístico fazenda Arado Velho**. Prefeitura Municipal de Porto Alegre. Porto Alegre, p. 579. 2012a. (volume I). Termo de Referência nº 02/12, Processo Administrativo nº 002.330742.00.5.07869.

QGIS. **Qgis documentation**. [S.l.]. 2023.

QUINTELA, F. M.; PINHEIRO, R. M.; LOEBMANN, D. Composição e uso do habitat pela herpetofauna em uma área de mata paludosa da Planície Costeira do Rio Grande do Sul, extremo sul do Brasil. **Revista Brasileira de Biociências.**, Porto Alegre (RS), v. 9, p. 6-11, jan/mar 2011. ISSN 1. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/rbrasbioci/article/view/115394>>.

RIBEIRO, A. P. **Análise da percepção socio-ambiental dos moradores do entorno quanto à criação do Parque Morro São Pedro.** Porto Alegre: [s.n.], 2010. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/28506>>.

RICHARDSON, H. W. **Economia Regional.** [S.l.]: Zahar Editores, 1975.

RIO GRANDE DO SUL. Decreto nº 38.971 de 23 de out. de 1998. **Cria a Área de Proteção Ambiental do Banhado Grande, e dá outras providências.**, Porto Alegre (RS), 1998.

RIO GRANDE DO SUL. **Plano de Manejo: Área de Proteção Ambiental Estadual Delta do Jacuí.** [S.l.]. 2017. Secretaria do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável.

RIO GRANDE DO SUL. Lei nº 15.434 de 09 de jan. de 2020. **Institui o Código Estadual do Meio Ambiente do Rio Grande do Sul,** Porto Alegre, jan 2020.

RIO GRANDE DO SUL, G. D. E. D. **Parecer nº 76/2019 – DUC.** Porto Alegre. 2019.

RIO GRANDE DO SUL, G. D. E. D. **Plano de Manejo: Área de Proteção Ambiental do Banhado Grande.** Porto Alegre: Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Infraestrutura, 2021.

ROCHA, A. S. C. **Índice de biodiversidade urbana:** Comparações entre diferentes cidades (Dissertação de Mestrado em Gestão Ambiental). Coimbra: [s.n.], 2018. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10400.26/28199>>.

ROCHA, C. C. D. et al. Modelagem de Corredores Ecológicos em ecossistemas fragmentados utilizando Processamento Digital de Imagens e Sistemas de Informações Georreferenciadas. **Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil - INPE,** 21-26 abril 2007. 3065-3072. Disponível em: <<http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.15.10.51/doc/3065-3072.pdf>>.

ROCKETT, G. C. et al. Geoprocessamento aplicado à análise ambiental: Vulnerabilidade natural à perda de solo no Morro do Osso, Porto Alegre / RS. **Geografia,** v. 39, p. 465-481, 2014. ISSN 3. Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/272791059_Geoprocessamento_aplicado_a_Analise_Ambiental_Vulnerabilidade_Natural_a_Perda_de_Solo_no_Morro_do_Osso_Porto_AlegreRS>.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 8, p. 63-74, 1994. Disponível em: <<https://doi.org/10.7154/RDG.1994.0008.0006>>.

ROTGER, D.; DOMINELLA, A.; DAMONTE, R. M. Nuevas periferias metropolitanas y aplicación de infraestructura azul y verde. El caso de la zona sudeste de la ciudad de La Plata, Argentina. **Cuadernos de Investigación Urbanística**, p. 99-114, 2022. ISSN 143. Disponível em: <<https://doi.org/10.20868/ciur.2022.143.5000>>.

RUBIN, G. R. **Proposta de Diretrizes para implantação da Trama Verde Azul no Planejamento Urbano de Porto Alegre**. Porto Alegre: [s.n.], 2023. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/256828>>.

SAATY, T. L.; VARGAS, L. G. **Models, Methods, Concepts & Applications of the Analytic Hierarchy Process**. Nova Iorque: Springer Science+Business Media, LLC, 2001. 334 p.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. 3ª. ed. São Paulo: Oficina de textos, 2020.

SANTOS, G. A. D. **Análise das Fragilidades Ambientais da Bacia Hidrográfica do Tarumã, Municípios de Viamão e Alvorada - RS**. Porto Alegre: [s.n.], 2021. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/232908>>.

SANTOS, J. H. D. S. et al. Distinção de grupos ecológicos de espécies florestais por meio de técnicas multivariadas. **Revista Árvore**, Viçosa - MG, 28, 08 junho 2004. 387-396. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-67622004000300010>>.

SANTOS, M. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo - EDUSP, v. 1, 2002.

SANTOS, M. **Urbanização brasileira**. 6ª. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo (Edusp), 2013.

SARETTA, F. **Geossistemas do Morro São Pedro (Porto Alegre - RS):** um estudo integrado da paisagem de 1964 a 2019. Porto Alegre: [s.n.], 2020. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/217763>>.

SCHNEIDER, M. D. O. **Análise das Fragilidades Ambientais da Bacia Hidrográfica do arroio Lami, municípios de Porto Alegre e Viamão - RS.** Porto Alegre: UFRGS, 2010. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/28472>>.

SCIPIONI, M. C.; GALVÃO, F.; LONGHI, S. J. Composição florística e estratégias de dispersão e regeneração de grupos florísticos em florestas estacionais decíduais no Rio Grande do Sul. **Floresta**, Curitiba - PR, 43, abril / junho 2013. 241-254. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5380/ufpr.v43i2.27098>>.

SÉTRA. **Routes et passages à faune: 40 ans d'évolution.** Service d'Études techniques des routes et autoroutes. [S.l.]. 2006.

SHINE, R. Invasive species as drivers of evolutionary change: cane toads in tropical Australia. **Evolutionary Applications**, v. 5, p. 107-116, 22 agosto 2012. ISSN 2. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.1752-4571.2011.00201.x>>.

SILVA, F. **Mamíferos Silvestres – Rio Grande do Sul.** 2ª. ed. Porto Alegre: Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul., 1994. 246 p.

SILVA, G. J. A. D.; ROMERO, M. A. B. Novos paradigmas do urbanismo sustentável no Brasil: A revisão de conceitos urbanos para o século XXI. **4º Congresso lusobrasileiro para o planejamento urbano, regional, integrado, sustentável**, outubro 2010. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/323688029_O_urbanismo_sustentavel_no_Brasil_a_revisao_de_conceitos_urbanos_para_o_seculo_XXI_parte_01>.

SILVA, J. D. S. V. D.; SANTOS, R. F. D. Zoneamento para planejamento ambiental: Vantagens e restrições de métodos e técnicas. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 21, p. 221-263, maio/agosto 2004. ISSN 2. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/113810/zoneamento-para-planejamento-ambiental-vantagens-e-restricoes-de-metodos-e-tecnicas>>.

SILVEIRA, A. L. L. D. Trama Verde-Azul e drenagem urbana sustentável. In: LADWIG, N. I.; SCHWALM, H. **Planejamento e gestão territorial: A sustentabilidade dos ecossistemas urbanos.** Criciúma: Edições, 2018. p. 69-91. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.18616/pgt03>>.

SILVEIRA, F. F. **Fauna Digital do RS: Veado campeiro**. Bird and Mammal Evolution, Systematics and Ecology Lab-UFRGS. [S.l.]. 2018a.

SILVEIRA, F. F. **Fauna Digital do Rio Grande do Sul: Mastofauna - Ordens**. Bird and Mammal Evolution, Systematics and Ecology Lab - UFRGS. [S.l.]. 2018b.

SILVEIRA, F. F. **Fauna Digital do Rio Grande do Sul: Avifauna - Ordens**. Bird and Mammal Evolution, Systematics and Ecology Lab - UFRGS. [S.l.]. 2018c.

SILVEIRA, F. F. **Fauna Digital do Rio Grande do Sul: Herpetofauna - Ordens**. Evolution, Systematics and Ecology Lab - UFRGS. Porto Alegre (RS). 2018d.

SILVEIRA, F. F. **Fauna Digital do Rio Grande do Sul: Bem-te-vi-pitangus-sulphuratus**. Bird and Mammal Evolution, Systematics and Ecology Lab - UFRGS. [S.l.]. 2018e.

SILVEIRA, L. F. et al. Para que servem os inventários de fauna? **Estudos Avançados**, 24 (n68), 17 maio 2010. 173-207. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0103-40142010000100015>>. Acesso em: 28 September 2021.

SIMON, H. A. **The sciences of the artificial**. Cambridge: MIT Press, 1996.

SINGER, P. I. **Desenvolvimento econômico e evolução urbana**. 2^a. ed. São Paulo: Companhia editora nacional, 1977. 378 p.

SOS MATA ATLÂNTICA. Aqui tem mata?, 15 julho 2023a. Disponível em: <<https://www.aquitemmata.org.br/#/busca/rs/Rio%20Grande%20do%20Sul/Porto%20Alegre>>.

SOS MATA ATLÂNTICA. Mata Atlântica. **SOS Mata Atlântica**, 11 junho 2023b. Disponível em: <<https://www.sosma.org.br/causas/mata-atlantica/>>.

SOUZA, I. S. D. et al. Espacialização da pesca artesanal de camboas com subsídio de imagem do Google Earth Pro: estudo de caso na zona costeira estuarina do Baixo Sul da Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 12, p. 973-987, 2019. ISSN 3. Disponível em: <<https://doi.org/10.26848/rbgf.v12.3.p973-987>>.

SUSSKIND, L. Responding to the risks posed by climate change: Cities have no choice but to adapt. **The Town Planning Review**, p. 217-235, 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.3828/tpr.2010.5>>.

TACHE, A. V.; POPESCU, O. C.; PETRISOR, A. I. Conceptual Model for Integrating the Green-Blue Infrastructure in Planning Using Geospatial Tools: Case Study of Bucharest, Romania Metropolitan Area. **Land**, Bucureste, v. 2, p. 1432, 17 julho 2023. ISSN 7. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/land12071432>>.

TCPA, T. A. C. P. A. **Biodiversity by Design: A guide for sustainable communities**. URBED (the Urban and Economic Development Group). ed. Londres: [s.n.], 2004.

TECNICY, A. L. **Relatório de Impacto Ambiental da Adutora de interligação dos Sistemas Belém Novo - Lomba do Sabão**. Prefeitura Municipal de Porto Alegre. Porto Alegre, p. 55. 2007. Termo de Referência nº 013/06, Processo Administrativo nº 001.015424.06.5.

THIELE, K.; MELVILLE, J. **Cerca de 500.000 espécies australianas não foram descobertas - e os cientistas estão em uma missão de 25 anos para terminar o trabalho**. [S.l.]. 2021.

TOWNSEND, C. R.; BEGON, M.; HARPER, J. L. **Fundamentos em Ecologia**. 3ª. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

TRAME VERTE ET BLEUE, C. D. R. **Trame Verte et Bleue: Les outils pour sa mise en oeuvre**. Montpellier: [s.n.], 2017. 70 p. Disponível em: <https://www.trameverteetbleue.fr/sites/default/files/references_bibliographiques/cahier_tech_nique_afb_outils_tvb.pdf>.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE - SUPREN, 1977.

TUAN, Y.-F. **Scapism**. Londres: The John Hopkins University Press, 1998. 301 p.

TUCCI, C. E. M. **Gestão da drenagem urbana**. Brasília: [s.n.], 2012. 50 p. Disponível em: <https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/38004/LCBRSR274_pt.pdf>.

TURNER, M. G. Landscape ecology: the effect of pattern on process. **Annual review of ecology and systematics**, v. 20, p. 171-197, 1989. ISSN 1. Disponível em: <<https://doi.org/10.1146/annurev.es.20.110189.001131>>.

UFRGS, C. D. I. D. F. U. D. C. **Dossiê Morro Santana**. Porto Alegre: [s.n.], 2003.

VALVERDE, M. Plano Diretor da RMBH deve ser atualizado até o fim do ano. **Diário do Comércio**, 29 janeiro 2022. Disponível em: <<https://diariodocomercio.com.br/economia/plano-diretor-da-rmbh-deve-ser-atualizado-ate-o-fim-do-ano/>>.

VERTE ET BLEUE, C. D. R. **Des outils pour la mise en oeuvre**: Cahiers techniques n°91. Montpellier: AFB, 2024. 70 p. Disponível em: <<https://www.trameverteetbleue.fr/>>. Acesso em: 18 julho 2024.

VICINI, L. **Análise Multivariada**: Da Teoria à Prática. Santa Maria: UFSM, 2005. Disponível em: <<https://repositorio.ufsm.br/handle/1/18058>>.

VIEIRA, R. V. D. S. **Modelagem de distribuição potencial das espécies do gênero Procyon (Storr, 1780)**. Porto Alegre: Dissertação de Mestrado em Ciências Biológicas, 2020. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/233025>>.

VIMAL, R.; MATHEVET, R.; THOMPSON, J. D. The Changing Landscape of Ecological Networks, «Journal for Nature Conservation. **Journal for Nature Conservation**, v. 20, p. 49-55, 2012. ISSN 1. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jnc.2011.08.001>>.

VINUTO, J. A amostragem em bola de neve na pesquisa qualitativa: um debate em aberto. **Temáticas**, Campinas, SP, 22, 2014. 203-220. Disponível em: <<https://doi.org/10.20396/tematicas.v22i44.10977>>.

VÖLKER, S.; KISTEMANN, T. Developing the urban blue: Comparative health responses to blue and green urban open spaces in Germany. **Health and Place**, v. 35, p. 196-205, setembro 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2014.10.015>>.

WANG, J. et al. A multi-objective optimization model for synergistic effect analysis of integrated green-gray-blue drainage system in urban inundation control. **Journal of Hydrology**, v. 609, p. 127725, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2022.127725>>.

WILLEMS, J. J.; KUITERT, L.; VAN BUUREN, A. Policy integration in urban living labs: Delivering multi-functional blue-green infrastructure in Antwerp, Dordrecht, and Gothenburg. **Environmental Policy and Governance**, p. 258-271, 23 agosto 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.1002/eet.2028>>.

WINSTON, J. E. **Describing Species - Practical Taxonomic Procedure for Biologists**. New York: Columbia University Press, 1999. 44 p.

Apêndice I

12/05/2023		
1	Educação Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> - Educação Socioambiental preventiva. - Ampliar e focar na importância dos Corredores Ecológicos.
2	Habitação de Interesse Social	<ul style="list-style-type: none"> - Realocação de população de baixa renda situada em áreas de Risco. - Parceria entre governo do estado e Municípios no atendimento das populações de baixa renda. - Ampliação da Regularização Fundiária. - Ampliar o atendimento de Habitação para população de baixa renda.
3	Áreas de risco	<ul style="list-style-type: none"> - Prioridade na proteção das áreas de risco com alta densidade na periferia por erosão. - Mapeamento e tipificação do risco. - Incluir áreas de risco no PDDUA. - Plano de prevenção de riscos ambientais. - Integrar plano ação climática nos riscos. - Recuperar com infraestrutura verde. - Revisão periódica destes espaços. - Espaço de discussão permanente com as comunidades em áreas de risco. - Elaborar Plano Estratégico. - Compatibilizar com o Plano de Proteção de cheias do rio Gravataí. - Inexistência dos sistemas de alerta.
4	Resíduos sólidos	<ul style="list-style-type: none"> - Contenção de resíduos nos arroios e encostas.
5	Arquipélagos	<ul style="list-style-type: none"> - Necessidade de recuperação ambiental destas áreas.
6	Cartografia	<ul style="list-style-type: none"> - Disponibilizar cartas atualizadas (Áreas de risco, Mata Atlântica, APP e APAN) para consulta pública. - Atualizar delimitação das APP. - Atualização periódica do mapeamento dos corredores ecológicos. - Necessidade de mapeamento dos Corredores Ecológicos.

16/06/2023		
1	Microclima	- Os Corredores Ecológicos contribuem na manutenção do clima.
	Ferramentas de Planejamento	- Utilizar instrumentos tributários direcionados a atender populações em área de risco (ICMS ecológico). - Criar plataforma para integração e disponibilização pública de dados. - Incentivos tributários. - Imóveis atingidos por Corredores Ecológicos devem receber alguma compensação pecuniária ou incentivo tributário pela conservação destes.
2	Unidades de Conservação	- Devem ser interligadas por corredores ecológicos.
3	Área de Preservação Permanente	- Necessidade de remoção de invasões irregulares.
4	Corredores Ecológicos	- Implementar mecanismos de proteção e gestão dos corredores entre áreas naturais, morros, mata ciliar, Unidades de Conservação, parques, Orla do Guaíba. - Importância de manutenção do fluxo gênico da fauna e flora. - Recomposição da fauna e flora originárias. - Incluir a delimitação no PDDUA. - Incluir corredores aquáticos através da restrição com a circulação de embarcações. - Estão previstos no Plano Municipal de Conservação e Recuperação de Mata Atlântica. - Os corredores existem nos ambientes aéreo, aquáticos e terrestres e é necessário pensar como estão conectados entre si.
5	Planejamento e zoneamento	- Prever ligações dos corredores entre parques.
6	Poluição atmosférica	- Necessidade de recuperação de áreas degradadas.
7	Educação Ambiental	- Educação Socioambiental preventiva. - Ampliar e focar na importância dos Corredores Ecológicos.
8	EIA-RIMA	- Processamento de dados e disponibilização pública.
9	Gestão integrada	- Parceria entre Universidades e Prefeitura no monitoramento dos corredores ecológicos. - Mapeamento e catalogação de espécies endêmicas, raras e em extinção.
10	Ecoturismo	- Incluir Porto Alegre na Rede Brasileira de Trilhas de Longo percurso. - Programas de incentivo.
11	Habitação de Interesse Social	- Realocação de população de baixa renda situada em áreas de Risco. - Parceria entre governo do estado e Municípios no atendimento das populações de baixa renda. - Ampliação da Regularização Fundiária. - Ampliar o atendimento de Habitação para população de baixa renda.
12	Cartografia	- Disponibilizar cartas atualizadas (Áreas de risco, Mata Atlântica, APP e APAN) para consulta pública. - Atualizar delimitação das APP. - Atualização periódica do mapeamento dos corredores ecológicos. - Mapeamento dos Corredores Ecológicos.

Apêndice II

06/09/2023		
1	Condomínios	- Tem sido aprovado condomínios com pouca vegetação e devido a testada reduzida dos lotes e necessidade de rebaixo do meio-fio, a arborização urbana fica inviabilizada.
2	Ilhas de calor	-Baixa arborização urbana na zona norte contribui para as ilhas de calor
3	Conquista da revisão do PDDUA de 2010	- Inclusão das áreas permeáveis nos lotes e demarcação de áreas verdes;
4	Licenciamento	- Muito focado nas áreas verdes e não considera os biomas - As testadas reduzidas dificultam a arborização das vias - Gravame de servidões ecológicas nas Matrículas do Registro de Imóveis.
5	IPTU ecológico	- Deve ser aplicado aos imóveis que preservam Áreas verdes - Possíveis obstáculos administrativos são levantados em relação à concessão de benefícios tributários com base no conceito do “Protetor Recebedor”.
6	Mercado de Carbono	- Importância do cálculo de emissão e absorção do CO ₂ no ambiente.
7	Estruturação da proposta de revisão do PDDUA	A cidade está estruturada em três grandes eixos: - Própria à densificação (zona norte); - Anel central de transição (Glória, Belém Velho, Restinga, Lomba do Pinheiro). A densificação nestes bairros pode significar a canalização de arroios. - De preservação (zona sul).
8	Zonas de Amortecimento das Unidades de Conservação	- Estas áreas estão sujeitas a regras e restrições que não estão normatizadas. O Código florestal estadual (Lei 11520/2000) delimita em 2 km. - Importância em delimitar o Morro Santana como Unidade de Conservação; - Proximidade com a “Coxilha das Lombas” em Viamão que não aparenta ter regulamentação organizada de uso e ocupação do solo.
9	APP de “Topo de Morro”	- Algumas estão totalmente urbanizadas.
10	Corredores ecológicos	- Nascem nas Unidades de Conservação. - As APP são corredores naturais que devem evoluir no contexto do Planejamento Urbano. - Corredores transversais
11	Áreas de Proteção do Ambiente Natural (APAN)	- A alteração do PDDUA de 2010 resultou num avanço na regulamentação destas áreas.
12	Conexões entre os corredores	- Importância de ser especializado numa Carta.

13	Túneis verdes	- São elementos de conexão entre as áreas de Preservação Permanente de cursos de água.
14	Servidões ecológicas	- Necessidade de averbação nas matrículas de Registro de Imóveis.
15	Dimensão de planejamento do PDDUA	- Observar a cidade somente em duas dimensões
16	Bairro Lomba o Pinheiro	- Inadequado gravar o bairro como “Área de Ocupação Intensiva”.

15/09/2023		
1	Corredores ecológicos	<ul style="list-style-type: none"> - Há experiências bem sucedidas de infraestrutura para passagem de anfíbios e mamíferos em áreas urbanas. - A “Rota do Sol” que liga a serra do RS ao litoral é um exemplo positivo de conservação dos corredores ecológicos. - Há necessidade do GT compatibilizar os corredores ecológicos com a legislação federal. - Os Corredores ecológicos do Parque Saint Hilaire estão em fase de estudos a algum tempo e não avançam na regulamentação destes.
2	Licenciamento	<ul style="list-style-type: none"> - O Licenciamento eletrônico e auto declarável está muito resumido e não possibilita uma análise aprofundada dos impactos ambientais. - O tema ambiental está sendo esvaziado nas etapas de licenciamento em decorrência da extinção das Comissões.
3	Unidades de Conservação	<ul style="list-style-type: none"> - Não existe mais a Unidade do Parque Saint Hilaire na Lomba do Pinheiro que demonstra a falta de compromisso com o Meio Ambiente e demonstra a intenção em esvaziar o tema.

22/09/2023		
1	Corredores ecológicos	<ul style="list-style-type: none"> - Corredores de vida nativa na cidade. - Incluir os corredores propostos para a Mata Atlântica. - Incluir os corredores ecológicos do Morro do Osso. - É importante que os corredores sejam considerados na gestão do planejamento urbano. - Passagens subterrâneas. Há experiências interessantes na Rota do Sol, Morro do Osso ou as pontes no Lami. - São espaços importantes que devem ligar as Unidades de Conservação, APAN e áreas ainda preservadas. - A zona norte é muito importante do ponto de vista ecológico, sobretudo em decorrência do ambiente aquático como estuário de peixes. - Possuem status jurídico de proteção no mesmo nível da Unidades de Conservação. - O Corredor do Morro São Pedro abrange 30% do território do município e não aparece na proposta de revisão do PDDUA.
2	Áreas de Proteção do Ambiente Natural (APAN)	<ul style="list-style-type: none"> - Na revisão do PDDUA é interessante sobrepor o Plano Diretor de Drenagem sobre as APAN.
3	Cartografia	<ul style="list-style-type: none"> - Disponibilizar o mais rapidamente possível os mapas para análise no GT.
4	Licenciamento	<ul style="list-style-type: none"> - Tem sido esvaziado o número de atividades e porte de empreendimentos passíveis de licenciamento.
5	Unidades de Conservação	<ul style="list-style-type: none"> - Não há percentual de Unidades necessárias em relação a área do município. - Há necessidade de análise e compatibilização da Unidade de Conservação que está sendo proposta pelo Governo Federal nas proximidades de Porto Alegre com o planejamento urbano da cidade. - A Unidade de Conservação do Lami aparece pouco nas discussões e no contexto de discussão do PDDUA.
6	Plano Diretor	<ul style="list-style-type: none"> - Necessidade de unificar todas as informações. -A dimensão de planejamento deve ter funcionalidade para toda a cidade. - Devido aos prazos, devemos olhar rapidamente os produtos da Consultoria. - Neste momento há dois objetivos: 1. Atender a Consultoria no curto prazo; 2. Continuar a gestão ambiental e acompanhamento das políticas públicas no longo prazo.

		A Consultoria já entregou o Produto 5 e há urgência na análise.
7	Área de Preservação Permanente	- APP de cursos d'água naturalmente fazem as conexões entre as Unidades de Conservação.
8	Abertura de vias	- As novas vias induzem novas ocupações em áreas ambientalmente sensíveis.
9	Planejamento Urbano	- A política de desenvolvimento urbano induziu a ocupação em direção à zona sul através da duplicação de vias, programa “Minha Casa Minha Vida”, AEIS, entre outras. - A cidade deve ser mais amigável para a fauna.
10	Participação Comunitária	- É carente nesta etapa de discussão das propostas.
11	Ferramentas de Planejamento	- A demarcação das restrições administrativas nas matrículas semelhantes ao Cadastro Rural.

27/09/2023		
1	Corredores ecológicos	<ul style="list-style-type: none"> - Incluir os corredores ecológicos do Morro do Osso e São Pedro no PDDUA. - Os corredores da zona norte são importantes no controle de enchentes. - Independentemente do grau de urbanização dos bairros, os corredores devem ser gravados. <p>Ligação do Morro Santana pelo Arroio Feijó.</p> <ul style="list-style-type: none"> - As APP são corredores ecológicos naturais. - Corredor do Paço das Pedras na FAPA.
2	Condomínios	<ul style="list-style-type: none"> - Os grandes condomínios da zona Sul acarretam na necessidade de duplicação de vias e induzem ainda mais a ocupação nas áreas ambientalmente mais sensíveis e há em circulação o discurso que as altas rendas possibilitam a preservação do meio ambiente. Na prática os condomínios atraem trabalhadores de rendas menores que se assentam na proximidade destes.
3	Unidades de Conservação	<ul style="list-style-type: none"> - É urgente criar a Unidade de Conservação do Morro Santana (UFRGS). - As zonas de Amortecimento das UC não podem ultrapassar o limite dos municípios. - Incluir a Reserva dos Pachecos. - O Morro do Osso está isolado e devem ser feita a ligação com os outros corredores.
4	Área de Preservação Permanente	<ul style="list-style-type: none"> - Manter as Áreas de Preservação Permanente de “topo de morro”.
5	Plano Diretor	<ul style="list-style-type: none"> - Os bairros Santana, Santa Cecília e Cidade Baixa e Rio Branco estão se renovando e está em processo de “gentrificação”. - Verifica-se nas proximidades do Parque Germânia a densificação do bairro por novos empreendimentos. - Há grandes condomínios na cidade com unidades (apartamentos) vazias. - Na proposta de demarcação do Anel Central no PDDUA, deve ser ressaltado a importância de não possibilitar a densificação nesta região muito importante do ponto de vista ambiental. - Se pretende dar continuidade nas discussões do GT após a aprovação do Plano Diretor. <p>A “Convenção da Biodiversidade” prevê metas ambientais.</p>
6	Infraestrutura	<ul style="list-style-type: none"> - Não há informação disponível da quantidade de esgoto ligado nas redes pluviais, apesar da quantidade de obras

		realizadas pelo projeto PISA. O Arroio Dilúvio possui coletor dos dois lados da Ipiranga, entretanto ainda recebe contribuição dos bairros através das redes de drenagem pluvial.
7	Bairro Lomba do Pinheiro	- Há carência no fornecimento de água no bairro.
8	Áreas de Risco	- O desafio é desocupar estes espaços
9	Habitação de Interesse Social	- O IBGE está realizando uma pesquisa sobre os Núcleos Habitacionais.
10	Bairro Restinga	- Há a intenção de ser indicado na revisão do PDDUA como polo de referência da zona Sul.
11	Ilhas	- Há a intenção de ser instituído Regime Urbanístico na revisão do PDDUA. - Viabilizar Condomínios de luxo nas ilhas.
12	Bairro Extrema	- As demandas que surgem nesta região quase sempre se referem a Regularização Fundiária.
13	Abertura de vias	- Os gravames podem induzir irregularidades em decorrência de ser colocado infraestrutura em locais que não passaram pelos processos de licenciamento.
14	Áreas de Proteção do Ambiente Natural (APAN)	- O reconhecimento delas no Plano Diretor foi uma conquista, entretanto, são frágeis do ponto de vista institucional.
15	Biodiversidade	- Nas imediações da Havan, divisa de (Cachoeirinha), há 23 espécies de peixes em extinção.

18/10/2023		
1	Conferência da Revisão do PDDUA na PUC-RS nos dias 07, 08 e 09 de novembro de 2023	<ul style="list-style-type: none"> - 3ª, 4ª e 5ª de noite onde serão apresentados até o produto 5. - Os participantes serão cadastrados por objetivo
5	Plano Diretor	<ul style="list-style-type: none"> - A grande questão do Plano Diretor é o objetivo de alcance do Plano para a qualidade de vida de Porto Alegre. - As contribuições do GT devem ser oficializadas de alguma forma, sendo que uma proposta seria montar uma apresentação para o Secretário. - Discutir o Plano Diretor a partir das bacias hidrográficas é um conceito moderno de planejamento.
6	Cartografia	<ul style="list-style-type: none"> - Foram disponibilizadas no Google as camadas dos corredores ecológicos, das Unidades de Conservação, bem como a possibilidade de edição. - Os arquivos <i>shapefile</i> produzidos na SMAMUS são muito bons e possuem boa qualidade para disponibilização à Consultoria de apoio na revisão do PDDUA. - As camadas dos temas discutidos no ambiente natural ainda não estão definidas. - Tem que ser produzida uma carta de fácil leitura para disponibilização e receber contribuições. - Disponibilização por meio digital e impresso. - Os integrantes do grupo citam a ausência de uma de declividades nos estudos em andamento. - O Grupo de Trabalho do Eixo 2 deve instruir um processo SEI específico com as contribuições do grupo contendo estudos já realizados, cartas e outras contribuições importantes.
7	Áreas de Preservação Permanente	<ul style="list-style-type: none"> - As APP de “Topo de Morro” ainda constam na DM mas já não existem legalmente.
8	Corredores Ecológicos	<ul style="list-style-type: none"> - O Corredor ecológico ligando o Refúgio de Vida Silvestre São Pedro ao Morro do Osso já está num estágio consolidado no Ministério Público. - Deve ser incluído na <i>DM web</i> o quanto antes. - Há necessidade de definição do grau de detalhamento dos corredores ecológicos através dos imóveis a serem atingidos. - Os corredores são um conjunto de ambientes (APP, as grandes declividades, APAN, UC, entre outras.). - No corredor da Mata Atlântica há somente manchas isoladas que faltam detalhar mais. - É necessário definir qual ab restrição administrativa que o corredor ecológico incide sobre os imóveis. - É possível definir três tipologias de corredores: um para a zona norte (urbano), um mesclado entre urbano e natural e outro totalmente natural na zonal sul.
9	Unidades de Conservação	<ul style="list-style-type: none"> - Novamente é apontado a importância da instituição da Unidade de Conservação do Morro Santana. - O bairro arquipélago na <i>Apa</i> do Delta do Jacuí deve ter melhor conectividade ecológica com as Unidades de Conservação.

		<ul style="list-style-type: none"> - O Refúgio da Vida Silvestre São Pedro foi criado por iniciativa do projeto PISA. - Legalmente, as Unidades de Conservação justificam os gravames dos corredores ecológicos através dos “Planos de Manejo” oficializados através de publicação no Diário Oficial. - O Plano de Manejo do Morro do Osso é de difícil operacionalização. - A zona de amortecimento da Unidade de Conservação é muito importante do ponto de vista ecológico para a conservação desta.
10	Sistema viário	<ul style="list-style-type: none"> - A duplicação da estrada São Caetano ocasionará grande impacto ambiental no extremo sul de Porto Alegre.
11	Licenciamento	<ul style="list-style-type: none"> - A institucionalização dos corredores ecológicos é muito importante para a qualidade do processo de licenciamento dos empreendimentos. - Os instrumentos já oficializados já devem constar na “Declaração Municipal” (DM). - As restrições do corredores devem estar integradas aos regramento urbanístico. - Os imóveis atingidos por gravames ambientais devem ter índices urbanísticos diferenciados.
14	Áreas de Proteção do Ambiente Natural (APAN)	<ul style="list-style-type: none"> - É dividida pela zona rural.

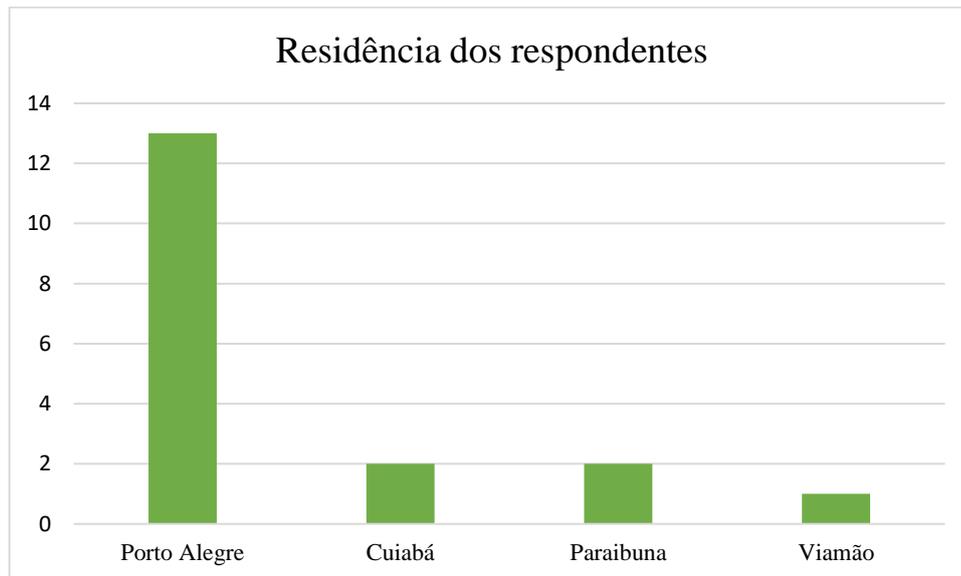
25/10/2023		
1	Anel Central	- A região identificada como “Anel Central” contempla os locais com maiores declividades com maiores riscos de deslizamentos e ocupado por população mais vulnerável no aspecto sócio econômico
2	Mata Atlântica	- O COMAM aprovou o Plano Municipal de Proteção, Conservação e Recuperação da Mata Atlântica de Porto Alegre (PMMA). - Juntamente com o Plano de Ação Climática são instrumentos importantes na Política Ambiental no contexto atual da crise ambiental. A meta é zerar as emissões de gases até 2050.
3	Plano Diretor	- Os relatórios de elaboração do Plano Diretor fazem referência a importância da Trama Verde-Azul no planejamento urbano. - A grande questão do Plano Diretor é o objetivo de incentivo ao empreendedorismo sem limites. - Na reunião do edifício José Montauray se discutiu cinco objetivos sobre que cidade queremos daqui a vinte anos. - Foi citado como exemplo o Plano Diretor de Lisboa que faz uma projeção de vinte anos. - Os cinco objetivos foram escolhidos pelo Secretário (mitigar os efeitos das mudanças climáticas, na despoluição do Guaíba, melhorar o transporte público, possibilitar habitação às populações carentes e incrementar a economia urbana). - Como viabilizar o metrô, bem como se adaptar ao trabalho (home office) na pós-pandemia. - Na época pós-pandemia, as mudanças na rotina de trabalho possibilitaram que muitas pessoas possam realizar suas atividades em outras cidades, sem necessariamente estar nos grandes centros. - Porto Alegre é fortemente centralizada; - A importância da revitalização do binário Sertório / Assis Brasil. - A consultoria trabalhou com os dados de 2010 do IBGE e, portanto, devem ser atualizados. - Segundo o Censo de 2022 (IBGE) a população do RS está diminuindo de forma que o PDDUA deve contemplar esta nova realidade. - O PDDUA não pode ter a pretensão de transformar Porto Alegre numa nova “São Paulo”, entretanto, Porto Alegre já está incluída numa conturbação de cidades. - Há cidades como Ivoti que não impõe nenhum tipo de regramento para novas atividades econômicas. - Os dados do DMLU disponibilizados para o PDDUA são de 2010. - Coloca-se que devemos buscar o crescimento a todo custo? O PD não pode somente focar na liberação dos projetos especiais. - Existe uma tendência mundial de fechamento dos shoppings centers que ainda não chegou no Brasil, mas em algum momento vai chegar.

		- Os espaços naturais devem ser mais disponibilizados à população como um todo.
4	Cartografia	- Foram disponibilizadas no Google as camadas dos corredores ecológicos, das Unidades de Conservação, bem como a possibilidade de edição. - A hidrografia é a camada mais demorada para processar.
5	Zona Agrícola	- Os agricultores da zona sul não tem interesse no aumento da urbanização.
6	Corredores Ecológicos	- Devem ser considerados inclusive nos bairros mais urbanizados através dos cursos de águas disponíveis, arborização urbana e da infraestrutura verde como um todo. - Os corredores devem ligar as Unidades de Conservação (Morro do Osso e Saint Hilaire, por exemplo) remanejando os obstáculos existentes (rede elétrica, vias, etc...). - O Corredor ecológico ligando o Refúgio de Vida Silvestre São Pedro ao bairro Extrema também deve ser instituído e detalhado. - Os detalhes dos corredores ecológicos devem aparecer nas “Declarações Municipais” (DM). - O CONSUL (UFRGS) aprovou a criação do Refúgio de Vida Silvestre do Morro Santana. - O GT poderia detalhar o Corredor Ecológico de duas bacias hidrográficas (Salso e Dilúvio, por exemplo) como modelo a ser utilizado no PDDUA. - O PDDUA também deve incluir o corredor que liga os remanescentes de Mata Atlântica de acordo com os estudos do Plano Municipal de Conservação deste bioma. - O mapeamento disponibilizado pela consultoria ainda não incorpora estes conceitos. - A “Declaração Municipal” (DM) deve informar a camada isolada de cada corredor e uma camada que inclua todos os corredores conjuntamente.
7	Habitação de Interesse Social	- O Programa “Minha Casa Minha Vida” deveria ter sido focada na requalificação de prédios existentes em bairros mais centralizados.
8	Ilha dos pescadores	- Os empreendedores imobiliários tendem a exercer pressão para a construção de condomínios na ilha dos Pescadores
9	Indígenas	- Os indígenas da zona sul almejam ter mais representatividade no Planejamento Urbano
10	Código de Edificações	- As técnicas construtivas no Brasil são de baixa qualidade e não possibilitam desempenho térmico adequado. - O Código de Edificações deve ser revisado.
11	4º Distrito	- A região do 4º Distrito em Porto Alegre está ganhando novas atividades através reciclagem de prédios industriais ociosos.
12	Áreas de Proteção do Ambiente Natural (APAN)	- O extremo da zona sul deveria ter uma Região de Planejamento própria que não estivesse ligada à Restinga que possui mais representatividade.

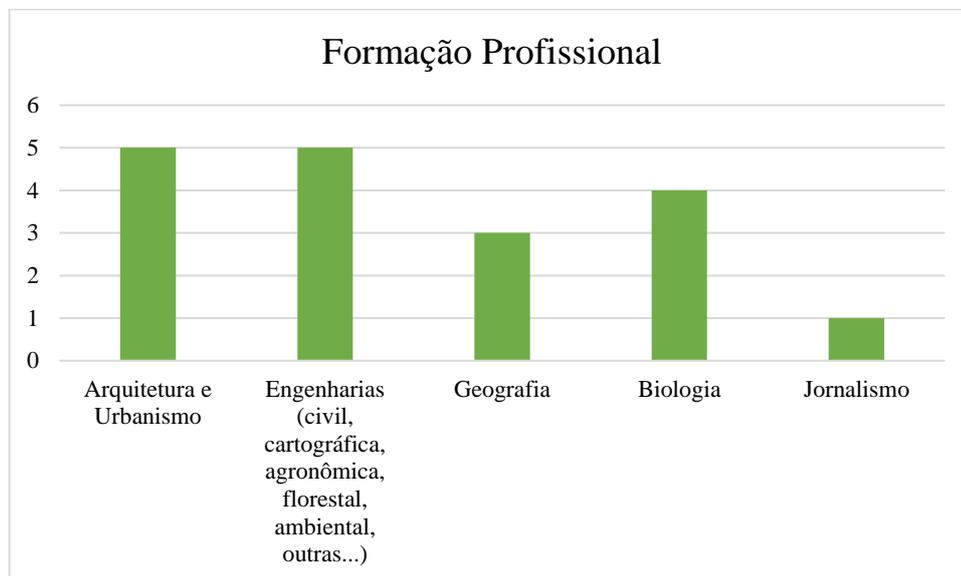
Apêndice III

Perguntas:

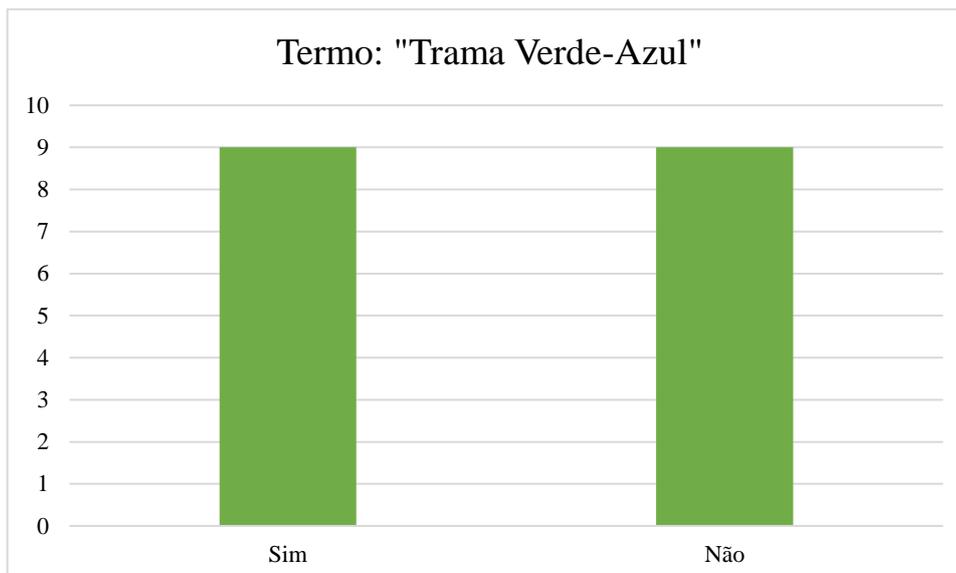
1 - Qual cidade você reside?



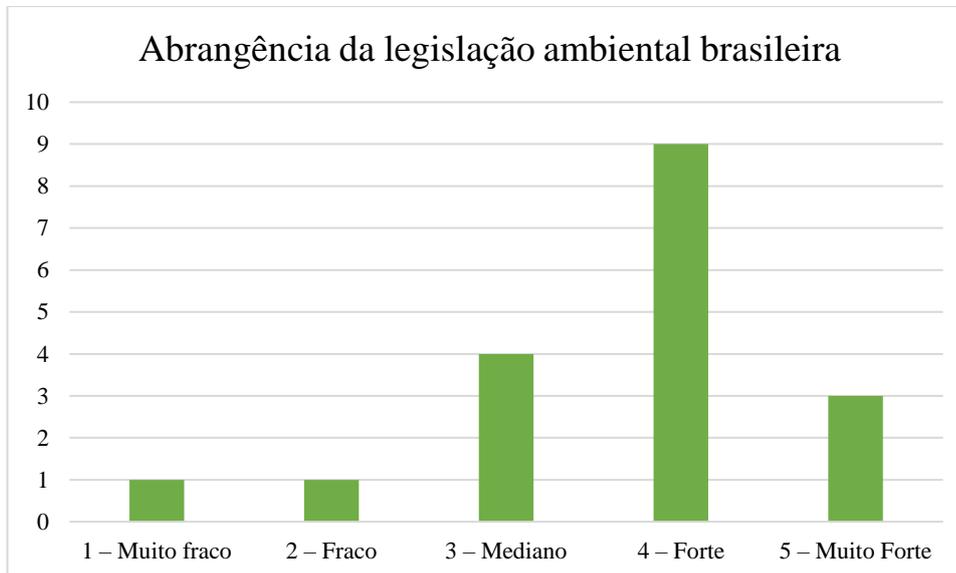
2 – Formação profissional:



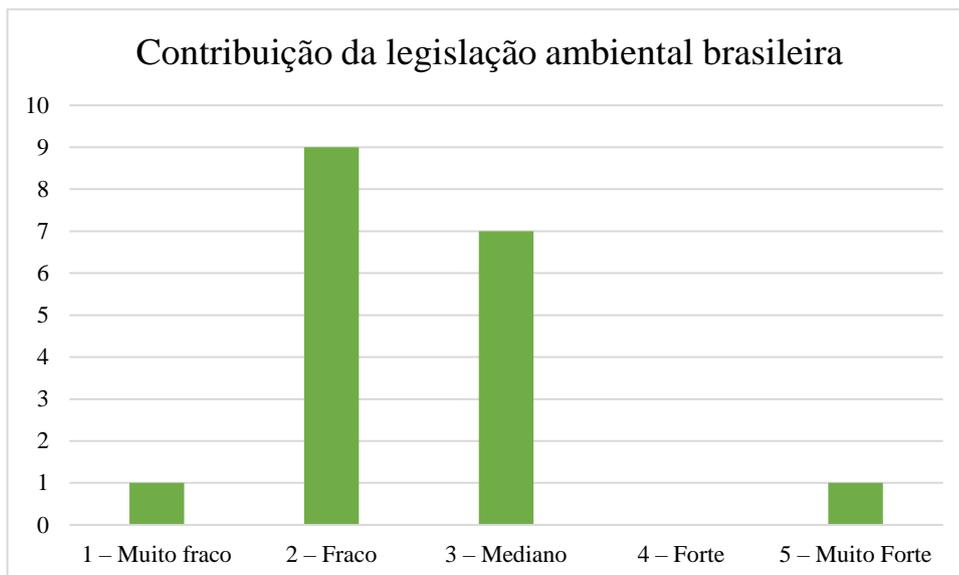
3 - Você já tinha conhecimento do termo "Trama Verde-Azul"?



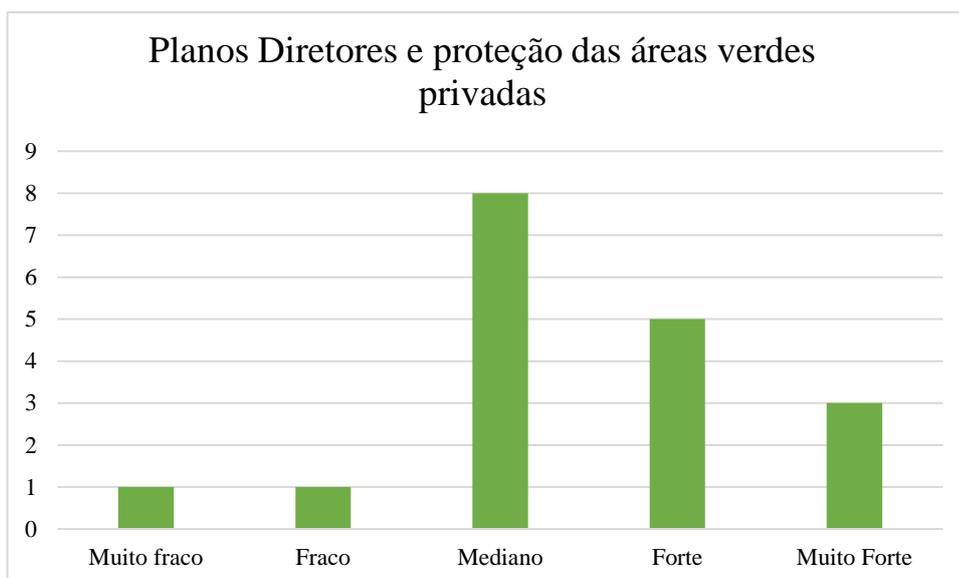
4 - A política ambiental no Brasil está estruturada a partir de inúmeras leis nos níveis federal, estadual e municipal. Destacam-se a Lei nº 6.938/81 (Política Nacional de Meio Ambiente), 12651/2012 (Código Florestal), Dec. 1905/96 (zonas úmidas), as Resoluções do Conama, entre outras. Neste sentido, como você considera o nível de abrangência da legislação ambiental no Brasil:



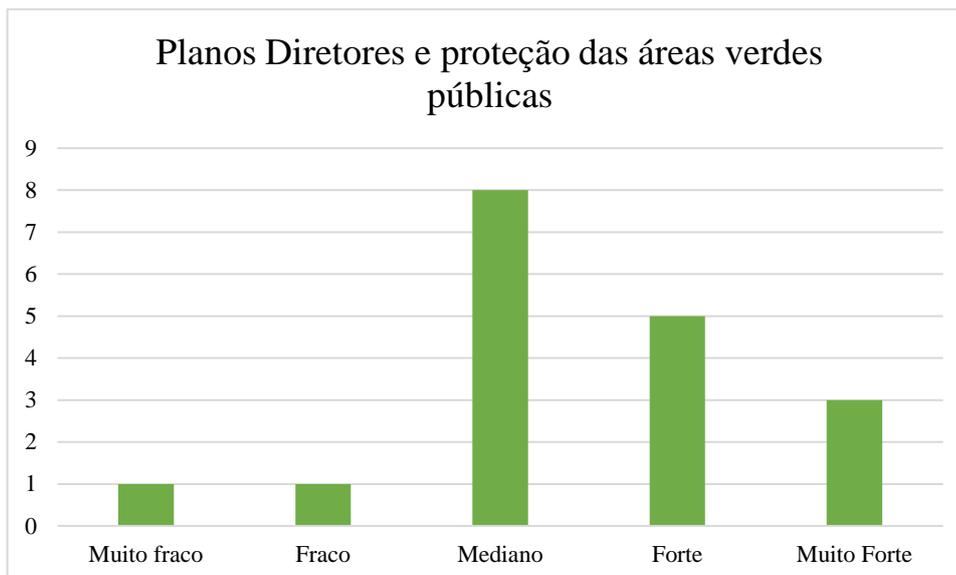
5 - Na sua opinião, a legislação ambiental (federal, estadual e municipal) tem sido eficiente e contribuído na preservação do meio ambiente no Brasil, apesar dos desafios socioculturais da realidade brasileira?



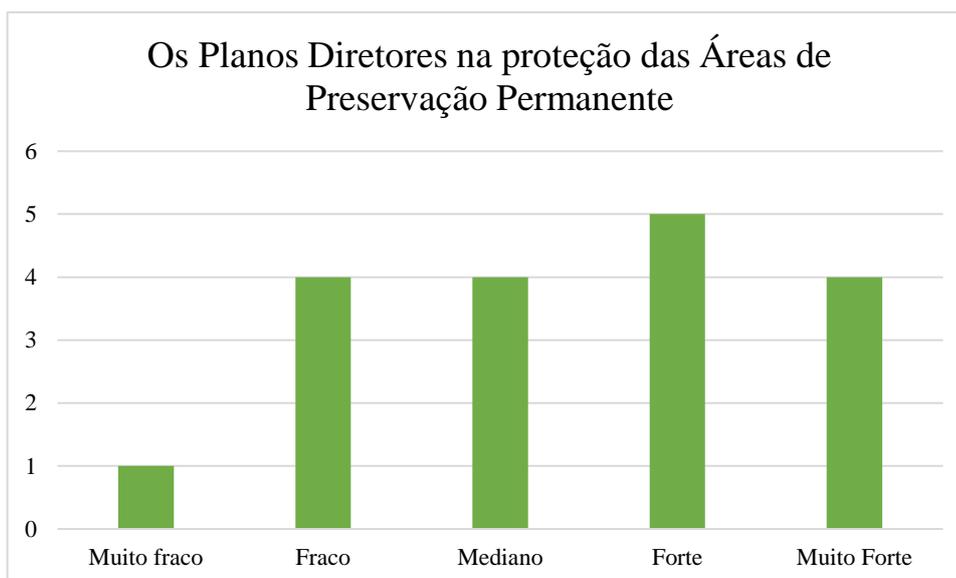
6 - Na sua opinião, qual o grau de influência dos Planos Diretores na proteção das áreas verdes privadas



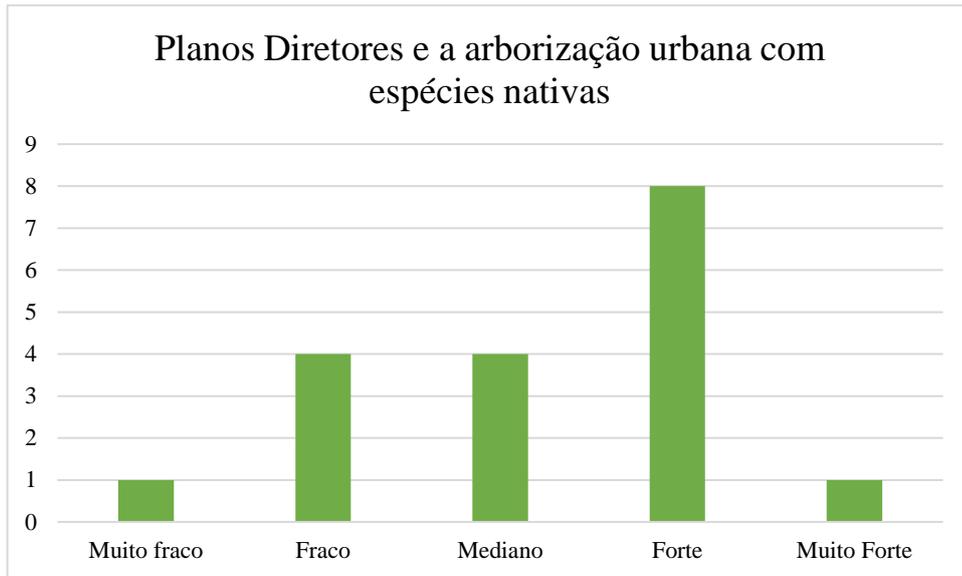
7 - Qual o grau de influência dos Planos Diretores na proteção das áreas verdes públicas:



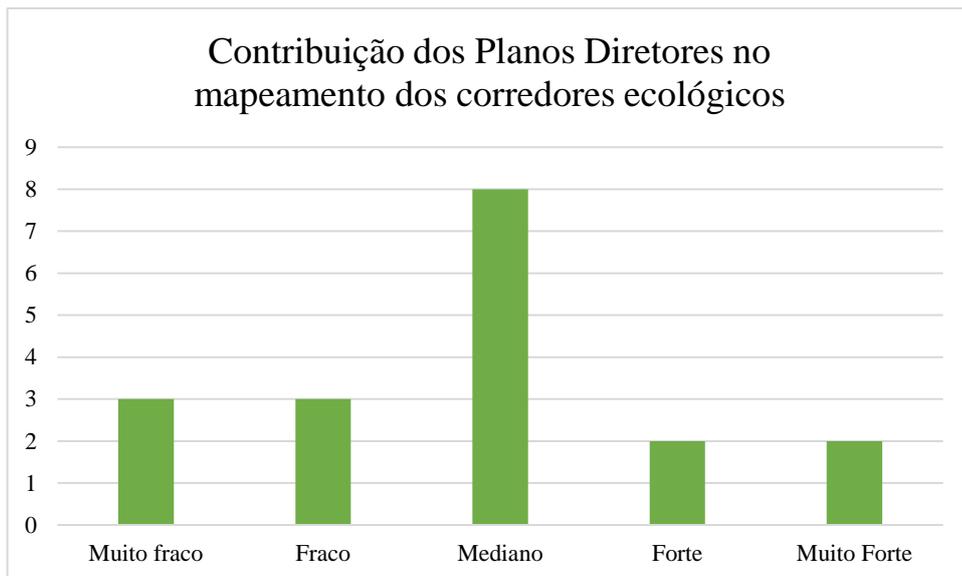
8- Qual o nível de contribuição dos Planos Diretores na proteção das Áreas de Preservação Permanente (APP)



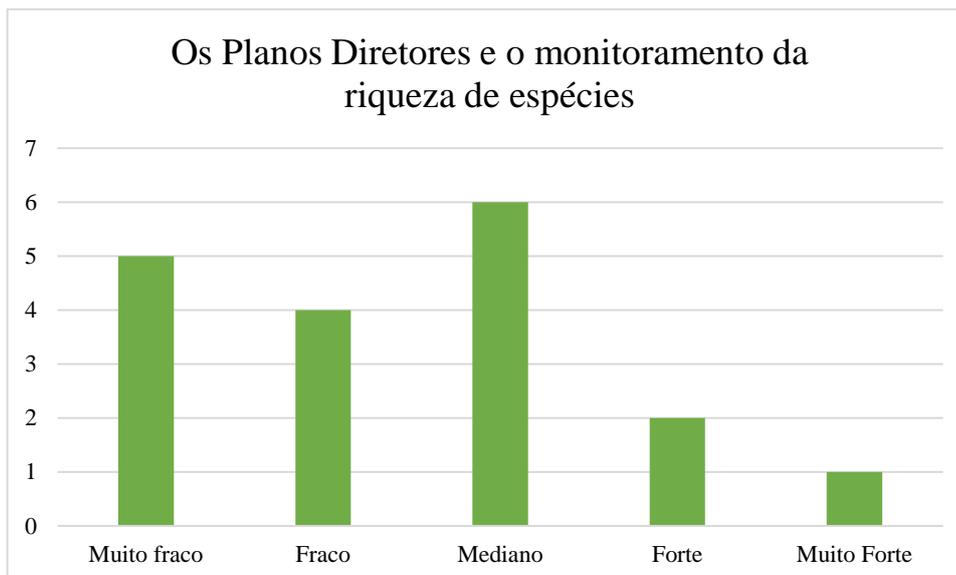
9 - Qual o nível de contribuição dos Planos Diretores na arborização urbana com espécies nativas



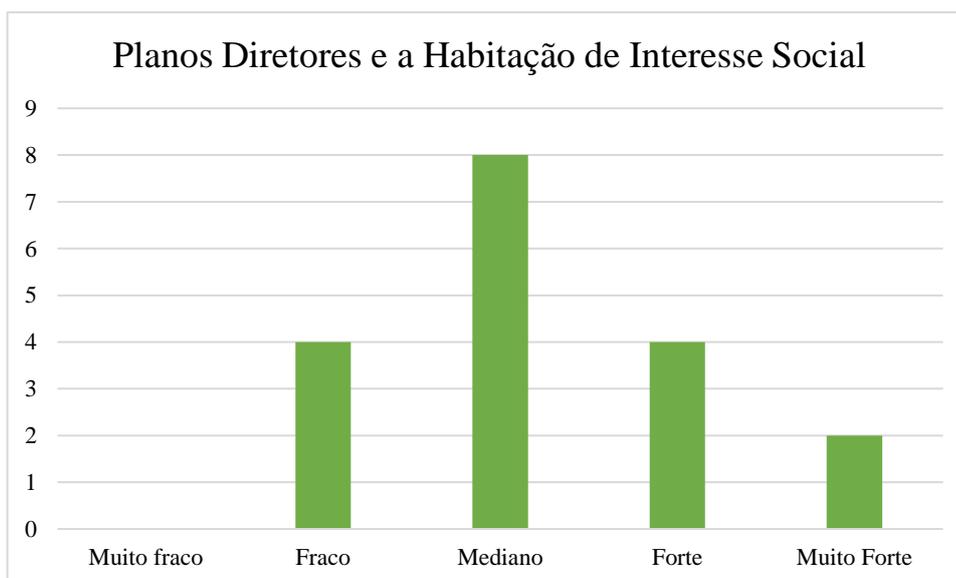
10 - Qual o nível de contribuição dos Planos Diretores no mapeamento dos corredores ecológicos



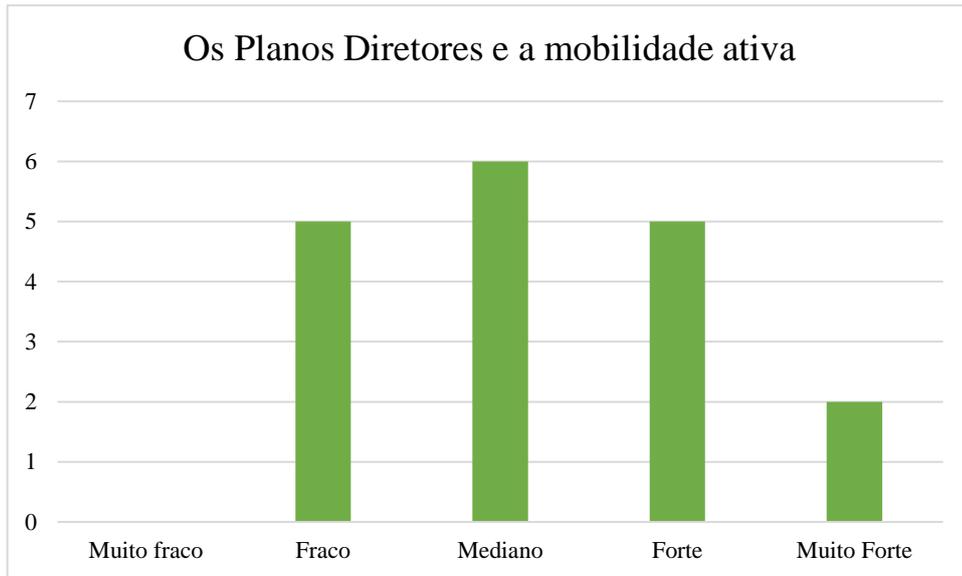
11 - Qual o nível de contribuição dos Planos Diretores para monitoramento sobre a riqueza de espécies em pontos específicos do território do município.



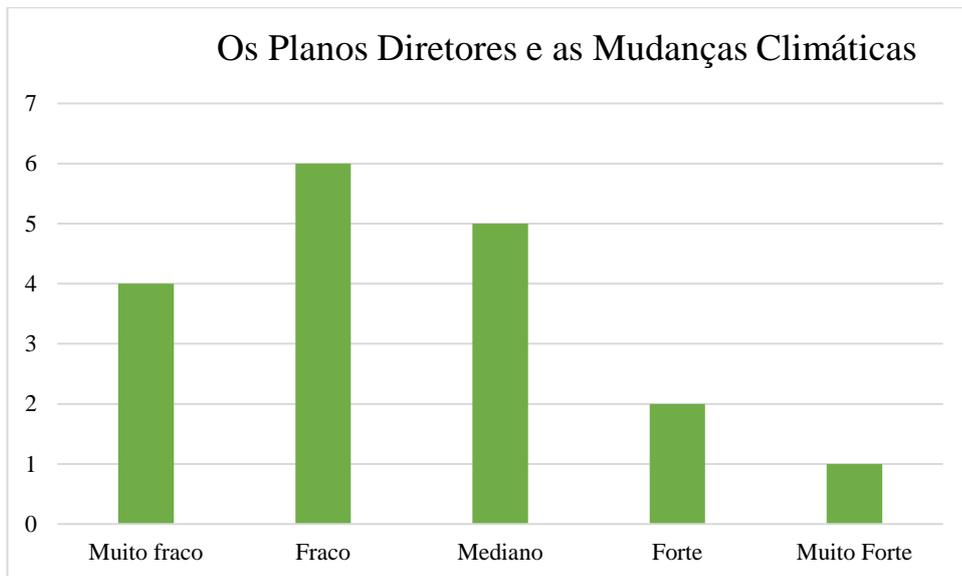
12 - Qual o nível de contribuição dos Planos Diretores na disponibilização de áreas adequadas para habitação de interesse social



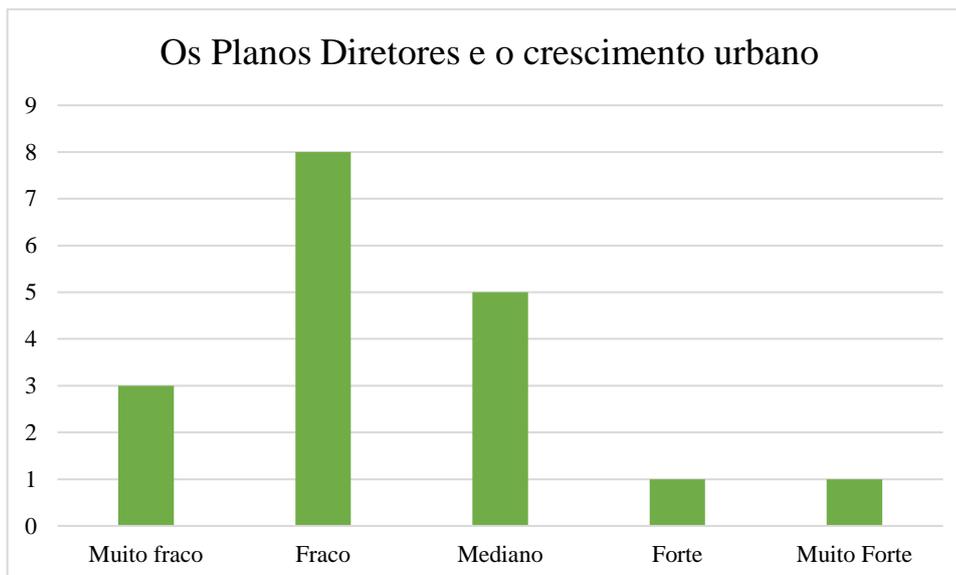
13 – Qual o nível de contribuição dos Planos Diretores a fim de proporcionar estratégias adequadas de mobilidade ativa como ciclovias, rotas de pedestres e demais infraestrutura de suporte para destes modais.



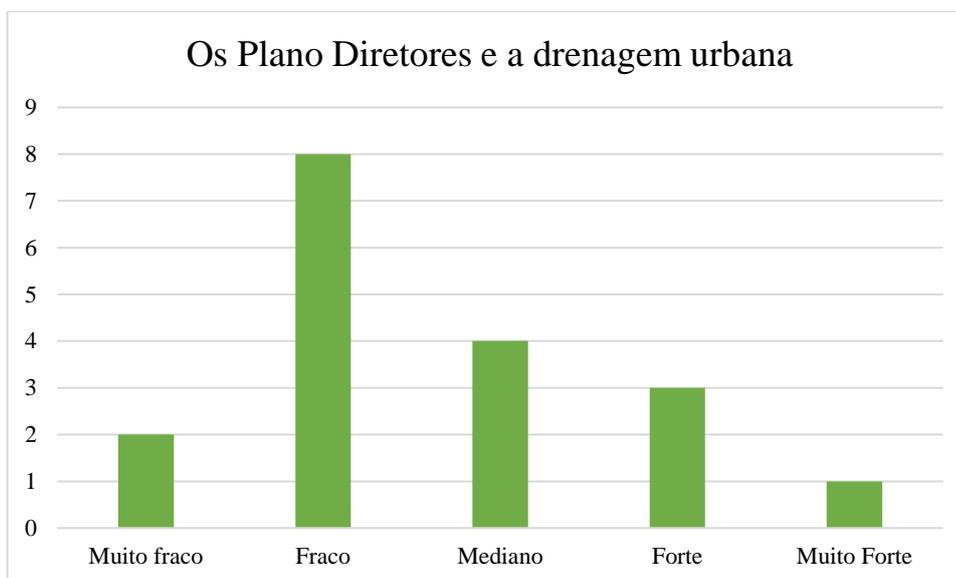
14 - Qual o nível de contribuição dos Planos Diretores a fim de proporcionar instrumentos de enfrentamento às mudanças climáticas como o estímulo ao uso da energia solar ou outras fontes renováveis de geração local.



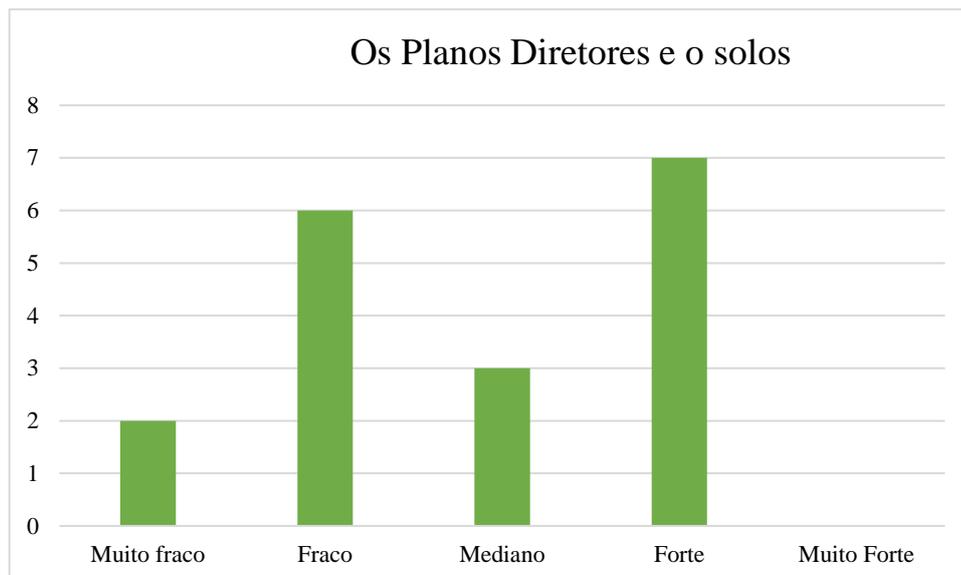
13 - Os Planos Diretores tem atuado eficientemente no direcionamento da tendência de crescimento urbano nas cidades brasileiras e proteção das áreas de interesse ambiental?



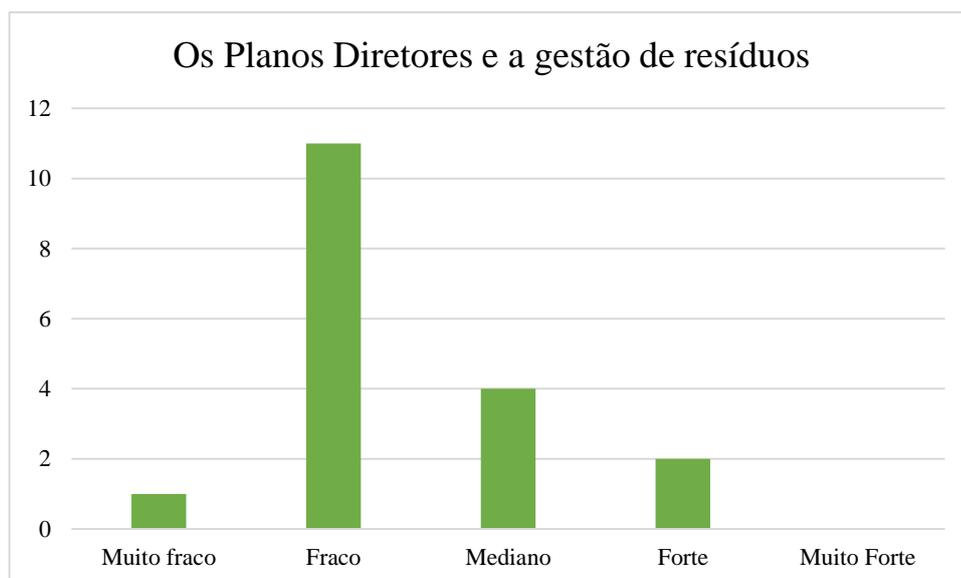
14 - Os Planos Diretores contribuem eficientemente na drenagem urbana sustentável através do estímulo à implantação de wetlands, telhados verdes, bacias de amortecimento, entre outras técnicas de retenção das águas pluviais?



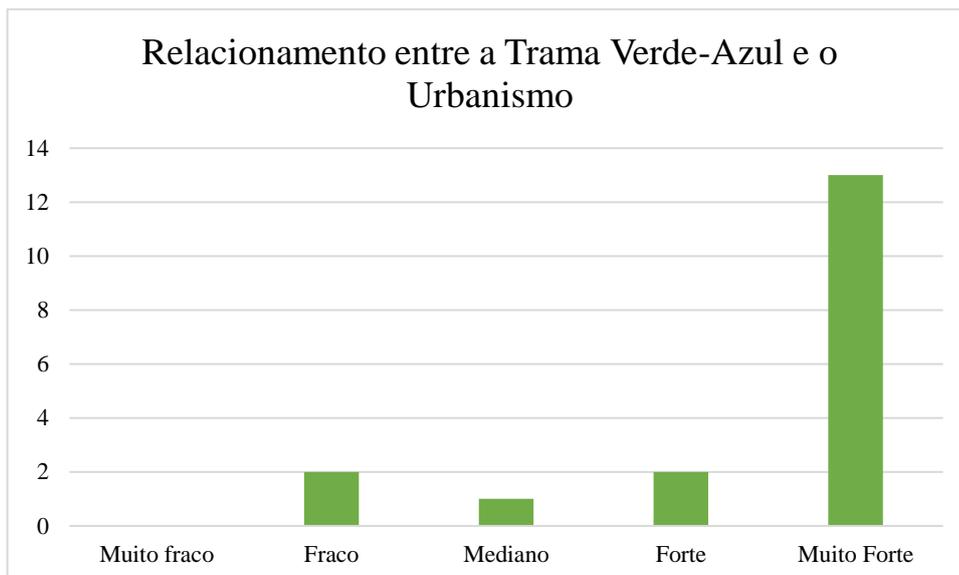
15 - Via de regra, você considera que os Planos Diretores abordam o mapeamento de solos adequados à urbanização e áreas de risco?



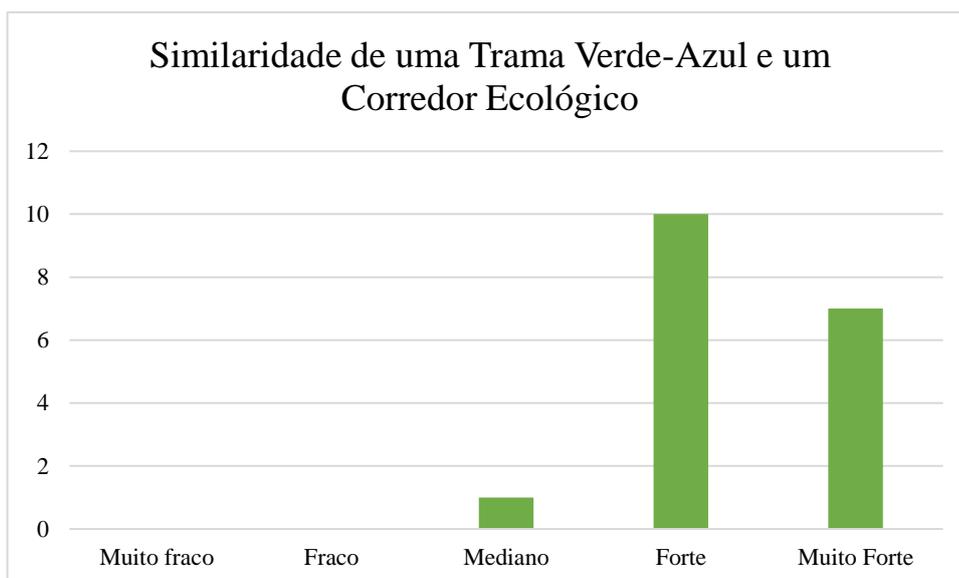
17 – Você considera que os Planos Diretores abordam adequadamente a gestão do lixo urbano e resíduos sólidos?



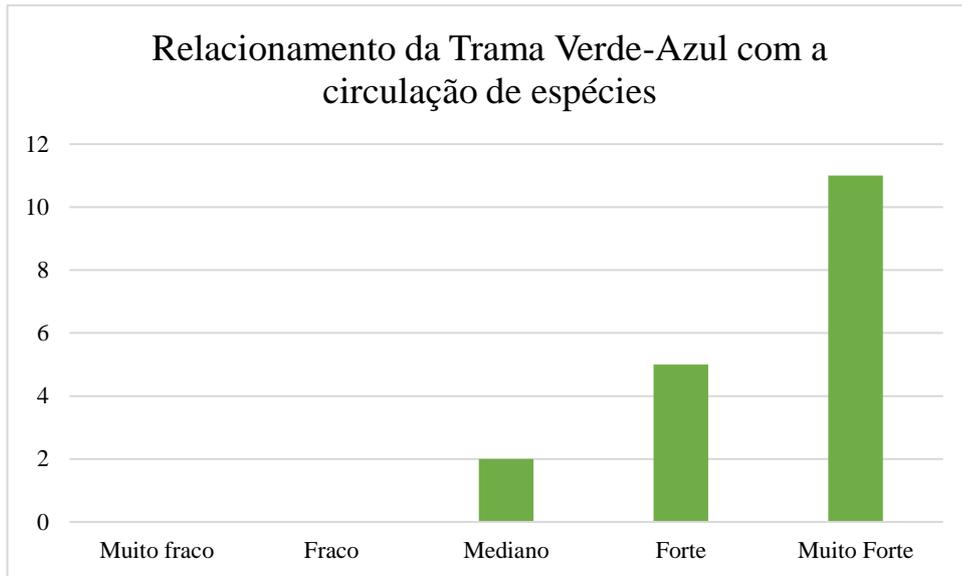
18 - O grau de relacionamento do Tema Trama Verde-Azul com o Urbanismo.



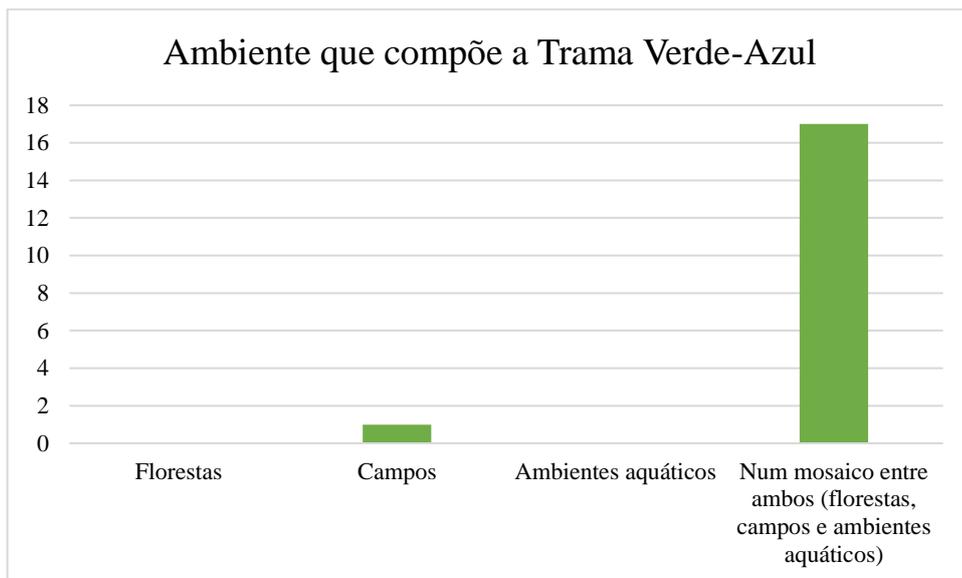
19 - Na sua opinião, qual o nível de similaridade de uma Trama Verde-Azul e um corredor ecológico?



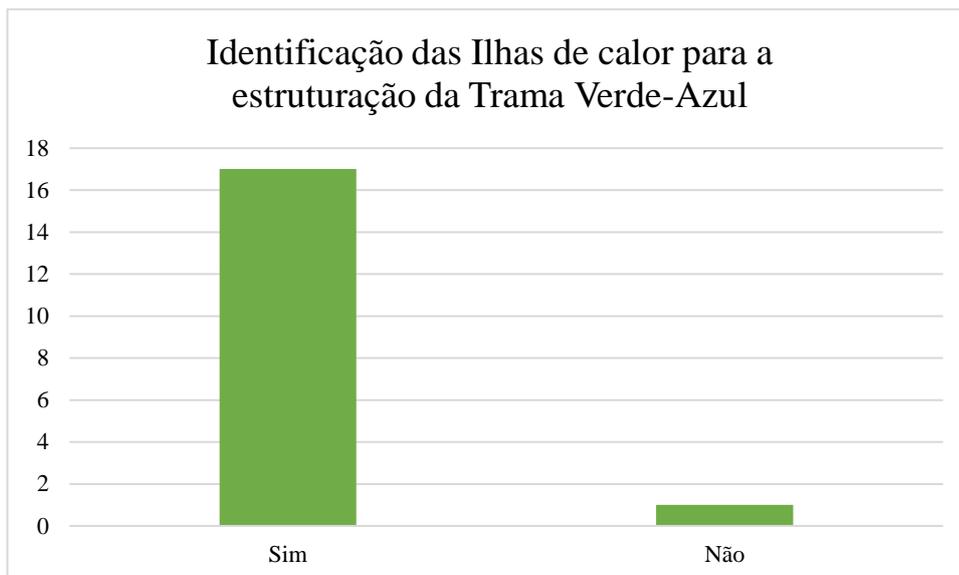
20 – Quando os franceses citam: “a infraestrutura Verde-Azul...” você compreende que uma TVA pode estar relacionada a realização de intervenções no espaço (obras de infraestrutura como *wetlands*, etc...) compatíveis com a circulação de espécies?



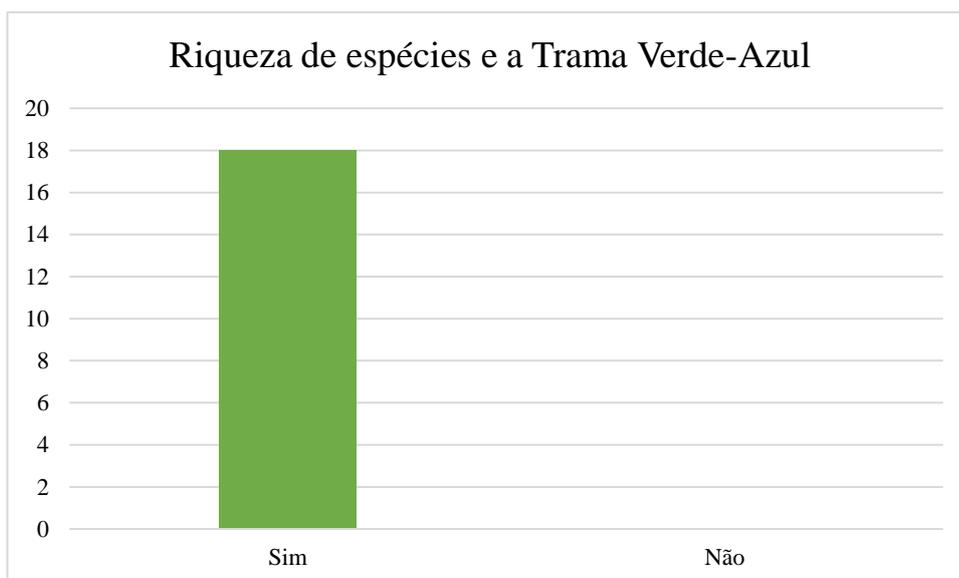
21 - Na sua opinião, uma TVA ou Corredor Ecológico devem estar associados:



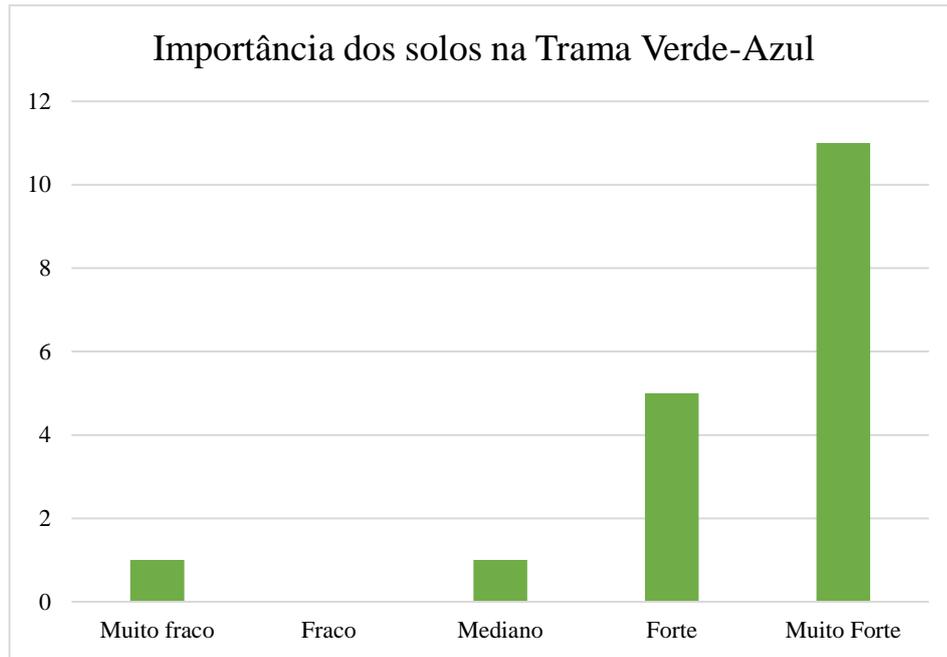
22 - Você considera que a identificação de ilhas de calor deve compor os estudos para a estruturação da TVA ou Corredores Ecológicos



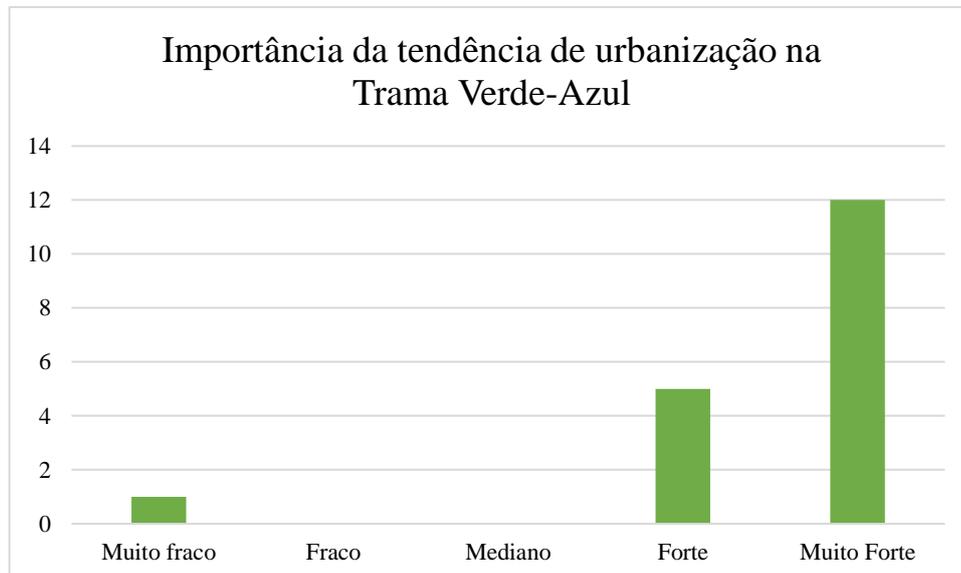
23 - Você considera que informações sobre a riqueza de espécies da fauna e flora no território pode contribuir na estruturação de uma Trama Verde-Azul ou Corredor ecológico?



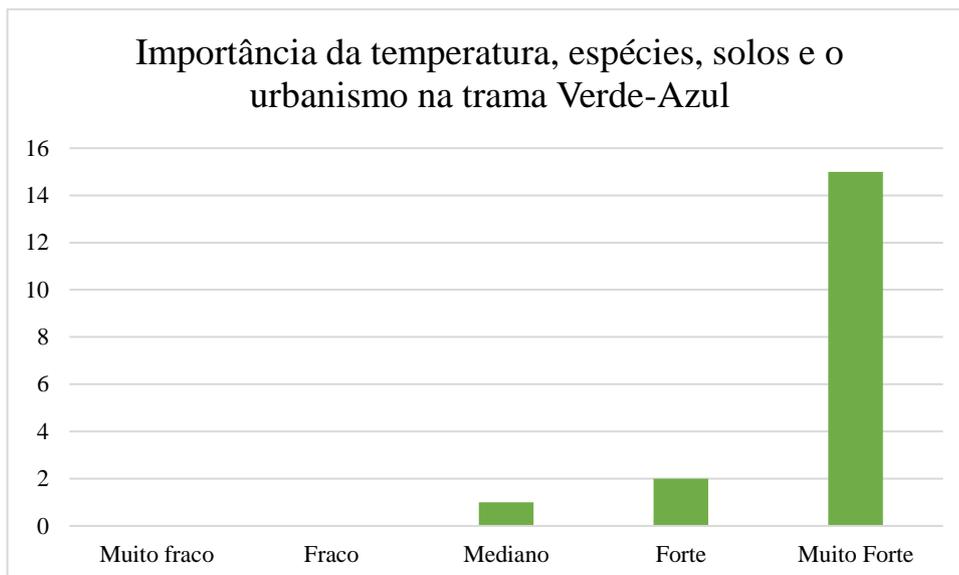
24 - Qual o nível de importância que informações sobre os solos podem contribuir na composição de uma Trama Verde-Azul ou Corredor ecológico?



25 - Qual o nível de importância que o conhecimento da tendência da urbanização pode contribuir no estabelecimento de uma Trama Verde-Azul ou Corredor ecológico?



26 - Com base nas perguntas 22, 23, 24 e 25 qual o nível de importância que a sobreposição de dados sobre a temperatura média, riqueza de espécies, solos e a tendência de urbanização sobre as matas, campos e corpos d'água podem contribuir na composição de uma Trama Verde-Azul ou mapeamento de um Corredor ecológico?



Numa comparação entre da importância entre *temperatura* e os *solos*. Qual você considera mais importante na escala de 1 a 9?

Marque 0 (zero) se considerar ambas de igual importância.

Apêndice IV

A primeira parte da entrevista possibilitou espaço para comentários abertos que receberam as seguintes contribuições:

-
- 1 Acredito que a legislação ambiental no Brasil em termos federais, estaduais e municipais têm muitos desafios para enfrentar devido aos principais problemas atualmente como os avanços das queimadas, baixo índice de fiscalização, desmatamento e assoreamento dos rios, além da poluição do meio ambiente.
 - 2 Acrescentaria a Lei da Mata Atlântica 11.428/2006 entre os marcos legais importantes.

O arcabouço legal é bem estruturado, porém de difícil execução, desafiador. Aparentemente está um tanto além das possibilidades do país e da sociedade, pois existe um hiato considerável com a realidade (prazos e investimentos necessários). Vimos também nos últimos anos que as normas legais ambientais passaram a ser desafiadas em plena luz do dia, o que antes só ocorria na clandestinidade, inclusive com a conivência de autoridades que deveriam zelar pelo cumprimento da legislação. Houve constrangimento severo de pessoas, tanto no setor público como na sociedade, quando apresentavam cobranças em relação ao cumprimento dos dispositivos legais. A política ambiental, instituições científicas e os órgãos ambientais foram desacreditados, perderam força e foram desestruturados. A mudança política atual, com alteração no governo federal pode ser transitória, pois os grupos de poder que desejam "passar a boiada", para usar uma expressão de um ex-ministro de meio ambiente, estão muito bem organizados e possuem poder financeiro e influência política ampla.
 - 3 A preservação do meio ambiente no Brasil é condicionada à vontade do poder público.
 - 4 As leis existentes são boas, mas a aplicação e fiscalização são precárias.
 - 5 A lei costuma ser "flexibilizada" em função dos interesses econômicas.
 - 6 A legislação só não é tão eficiente quanto poderia devido à falta de previsão de uma estrutura de fiscalização efetiva.
 - 7 O tema ambiental vem sendo manipulado por uma agenda ideológica que vai de encontro à preservação do meio ambiente e ao desenvolvimento. Outros países avançaram no tema, ao passo que no Brasil falta o bom senso e a racionalidade. Excesso burocrático, ineficiência do Estado e corrupção são os principais entraves para o real propósito que é a preservação.
 - 8 A aplicação da legislação encontra obstáculos nos diversos segmentos da sociedade, em especial nas regiões metropolitanas e grandes cidades do país.
 - 9
-

Apêndice V

A segunda etapa possibilitou espaço para comentários que receberam as seguintes contribuições:

-
- 1 Os planos diretores são restritos ao ente federado municipal, resíduos sólidos, drenagem, transporte e outros temas correlatos, frequentemente demandam soluções metropolitanas, contudo os instrumentos dependem de consórcios e outros arranjos. De certa forma há uma lacuna vinculada ao "Ente" metropolitano especialmente nas grandes regiões metropolitanas do Brasil, para um planejamento e otimização de recursos, à semelhança do que ocorre na Alemanha com os distritos. Talvez haja uma subutilização do ente distrital no Brasil, atualmente restrito à Brasília.
 - 2 Na minha visão existe um enfraquecimento na finalidade e na aplicação de planos diretores, bem como baixa representatividade na sua discussão / elaboração. Na cidade em que vivo entendo que o planejamento urbano anda um tanto esquecido. Funciona conforme a conveniência política e interesses econômicos associados. Os planos não são um fim em si próprios, são meios para as diretrizes serem observadas e as ações acontecerem.
 - 3 Nem sempre os Planos Diretores estão no foco das políticas públicas.
 - 4 Muitos profissionais das áreas de interesse dessa pesquisa não têm conhecimento dos planos diretores urbanos, pois esse documento não é diretriz para atuação e não tem muita influência na atividade desses profissionais.
 - 5 Os planos diretores mantiveram uma abordagem conservadora de zoneamento da cidade, estabelecendo índices e volumetrias, e imaginando uma cidade ideal, não avançando nas questões ambientais, sociais e de mobilidade, que permeiam a cidade real.
-

Apêndice VI

A terceira etapa possibilitou espaço para comentários que receberam as seguintes contribuições:

1	Ok
2	<p>A incorporação das variáveis ambientais nos projetos de urbanização, pode favorecer a diversidade de tipologias vegetacionais, incrementando a diversidade florística local e facilitando o fluxo de fauna arborícola, cursorial, aérea, anfíbia e aquática. Ao fazê-lo, a tecnosfera formada e reformada com base nestes conceitos acaba por favorecer a assimilação de carbono, gerando mais conforto térmico urbano e ambiência com incremento de qualidade de vida por estímulo aos sentidos, visual, sonoro, etc...</p> <p>Ainda que projetadas o estabelecidas em matriz urbana densa, a identificação de tais necessidades (a exemplo dos corredores ecológicos), e reconhecidas em instrumentos de planejamento podem tornar-se realidade a partir de intervenções a curto, médio e longo prazo, com tecnologias distintas e inversões econômicas também proporcionais às ações, estímulos e induções pontuais ou de média ou grande escala.</p>
3	<p>O tema é muito interessante e uma abordagem mais moderna poderia projetar um futuro com interferências urbanísticas capazes de tornar as cidades locais mais agradáveis para a vida de seres humanos e de outras espécies que merecem a nossa atenção e respeito.</p>
4	<p>Seria interessante focalizar a percepção sobre como se dão as políticas públicas ao invés dos instrumentos legais (Plano Diretor).</p>
5	<p>No início o estabelecimento de TVA vai ser responsivo à tendência de urbanização e criação de ilhas de calor, ou seja vai buscar corrigir a falta de elementos naturais na paisagem. Depois de incorporada a idéia dos corredores ou TVAs aos PDUs aí sim, passará a ser preventivo.</p>
6	<p>Que esta pesquisa possa contribuir com o tema.</p>